41728 | A

P6528

EXPÉRIENCES DE PHISIQUE,

Par M. PIERRE POLINIERE, *Docteur en Médecine, & de la Société des Arts.*

QUATRIE'ME E'DITION,

Revuë, corrigée & augmentée par l'Auteur.

TOME PREMIER.

A PARIS,

Chez
- GISSEY, ruë de la vieille Bouclerie, à l'Arbre de Jessé.
- CLOUZIER, ruë S. Jacques, à l'Ecu de France.
- BORDELET, ruë S. Jacques, à S. Ignace.
- HENRY, ruë S. Jacques, à l'Image S. Loüis, vis-à-vis S. Yves.

M. DCC. XXXIV.

Avec Approbation & Privilége du Roi.

Hæc ſtudia adoleſcentiam alunt, ſenectutem oblectant, ſecundas res ornant: adverſis perfugium ac ſolatium præbent, delectant domi, non impediunt foris, pernoctant nobiſcum, peregrinantur, ruſticantur.

Cicero pro Archia Poëta. N°. 16.

WELLCOME HISTORICAL MEDICAL LIBRARY

PRÉFACE
ET PLAN
DE CE LIVRE,
ET CE QUI EN A E'TE' L'OCCASION.

PLus nous trouvons d'objets différens qui excitent nos épreuves ou nos observations, plus nos connoiſſances deviennent étenduës, & plus les fondemens de ces connoiſſances ſont ſolides; ces avantages l'emportent ſouvent ſur la prévoyance des raiſonnemens, & conduiſent ſûrement à la vérité. Dans cette vuë féconde je ne me ſuis pas borné à des expériences d'un même genre, j'en ai fait ſur l'action des corps fluides & ſur leur équilibre, ſur la péſanteur & ſur le reſſort de l'air, ſur

les ſons, ſur les effets de l'aimant, ſur les fermentations, efferveſcences & inflammations qui naiſſent du mélange des liqueurs, ſur les diſſolutions des métaux, ſur les coagulations, &c. ſur l'anatomie des plantes & des animaux, ſur les odeurs, les ſaveurs, les couleurs; ſur les réfractions & les réflexions de la lumiére, &c. Un long, fréquent & attentif exercice, m'ont donné lieu de faire quelques découvertes.

Ayant fait réflexion qu'il y a dans les Provinces & parmi les étrangers des ſçavans laborieux, d'un mérite ſingulier, qui ont beaucoup de ſubtilité, d'adreſſe, & de diſcernement pour perfectionner la Phyſique, & qui pourroient ou par les mêmes moyens, ou en inventant d'autres voyes plus parfaites, y faire de plus grands progrès que nous, s'ils connoiſſoient exactement les inſtrumens dont nous nous ſervons; & que ſouvent faute d'en ſçavoir la conſtruction & les uſages, on ne comprend point la cauſe ni l'explication des expériences, fuſſent-elles faciles à être trouvées; J'ai cru rendre ſervice à ces perſonnes & au public qui pro-

ſitera de leurs travaux, & faire plaiſir à tous ceux qui aiment la Phyſique, de donner une deſcription de ces inſtrumens & des expériences que je fais depuis fort long-temps à Paris dans les Colléges de l'Univerſité, dans celui des R. P. Jéſuites, & ailleurs, & d'y joindre quelque explication afin d'en faire voir l'utilité.

Pour les rendre plus intelligibles, j'ai fait graver 17 Planches qui repréſentent beaucoup d'inſtrumens; j'en ai décrit les meſures pour tracer une route certaine à ceux qui voudront faire de pareilles expériences. Je ne prétends pas qu'on ne pût réuſſir ſi ces inſtrumens étoient plus grands ou plus petits, je marque ſeulement la grandeur de ceux dont je me ſuis ſervi & qui m'a paru convenable.

Mon principal deſſein eſt d'expoſer avec ſincérité des effets véritables par des chemins aiſés & abregés, d'exciter des réflexions ſçavantes, & de donner occaſion d'appercevoir quelque choſe de plus aux yeux des perſonnes zélées pour les découvertes. Car ſouvent la connoiſſance d'un effet produit une autre connoiſſance, & on ſe trouve quelquefois conduit

comme de main en main, à un point où on ne fût jamais arrivé par la plus ſubtile ſpéculation, & par la méditation la plus profonde ſans le ſecours des expériences. Ainſi les effets certains rapportés dans cet ouvrage ſont autant d'occaſions capables de donner de nouvelles ouvertures au progrès de nos connoiſſances, & comme autant de guides fidéles qui peuvent nous éclairer pour pénétrer plus avant & avec plus de confiance dans les nouveaux pays qu'on découvre tous les jours dans une ſi vaſte carriere. Il arrive ſouvent que dans l'examen de ces merveilles, ce qui paroîtra un vain amuſement, & peut-être ridicule aux yeux du vulgaire, donne lieu à de grands Philoſophes d'en méditer ſçavamment les uſages, & de faire des découvertes auſquelles on avoit jamais penſé. Je peux donc dire hardiment que les expériences donnent beaucoup de lumiéres pour lire plus ſûrement dans le grand livre de l'Univers. Ce livre expoſé aux yeux de tous les hommes, eſt écrit en toutes ſortes de langues, convient à toutes les nations; mais il n'eſt intelligible qu'à ceux qui s'appliquent

à connoître les caractéres dont il eſt compoſé.

J'ai rapporté pluſieurs effets différens qui dépendent cependant de la même cauſe, tels ſont ceux du poids de l'air & de ſon reſſort, de l'aimant &c. Parce que plus il y en a qui ſont bien expliqués par les mêmes principes qui ont ſervi à en expliquer un, plus nous avons de preuves que nous ſommes dans le chemin de la vérité. Et d'ailleurs ces différentes remarques ſur un même ſujet, nous le font regarder par autant de faces différentes, & nous en font avoir une connoiſſance plus parfaite.

Dans les explications, je rapporte les cauſes prochaines des effets quand je crois les connoître ſans trop m'embarraſſer à en chercher les ſources générales & éloignées, parce que ſouvent ces cauſes éloignées ne nous étant pas bien connuës, on eſt en danger de propoſer des fictions pour des vérités.

L'origine de ce travail vient du déſir de faire quelque progrès dans cette belle partie de la Philoſophie, appellée *Phyſique*, où il s'agit de connoître & d'examiner des effets que

nos ſens nous font appercevoir, & d'en rechercher les cauſes. Pour tâcher d'y réuſſir, je me ſuis propoſé beaucoup d'obſervations, ſans négliger les raiſonnemens, ſans épargner ni le temps, ni le travail. Afin de m'appliquer avec exactitude à faire de près & en détail beaucoup de remarques, je fis fabriquer des inſtrumens néceſſaires. Après avoir fait & examiné les expériences faciles, communes & même beaucoup d'autres qui étoient alors moins connuës, j'ai continué & ſouvent réïtéré ces opérations pendant un long-temps; & je me ſuis appliqué à découvrir le ſuccès & l'utilité de ces recherches, à multiplier les uſtenſiles propres à cela, & à rendre les épreuves différentes plus nombreuſes. En ayant eſſayé pluſieurs qui n'avoient été tentées que par peu de perſonnes ou dans les pays étrangers ſeulement, & les faiſant ſouvent, j'en ai examiné avec ſoin les circonſtances, les productions & les variations, pour tâcher d'en connoître les cauſes. J'en ai perfectionné pluſieurs en rendant la maniére de les faire plus promptes, plus ſimples, plus ſûres, & même plus faciles. Et alors elles ont parû plus

ſenſibles & plus ſurprenantes.

Ce que j'avois fait pour mon inſtruction, devint dans la ſuite utile au public. Pluſieurs Profeſſeurs de Philoſophie de Paris des plus ſçavans, informés du ſuccès de ces expériences, ſouhaiterent avec empreſſement que je les fiſſe en préſence de leurs écoliers, m'invitant à travailler à ce livre, ce qui me détermina à le donner à imprimer. L'exemple de ces excellens Maîtres fut imité, non-ſeulement dans le reſte des Colléges de cette grande Ville, mais auſſi dans pluſieurs Colléges des Provinces où on entreprit & où on continue de faire des expériences, en ſuivant ce livre depuis qu'il eſt devenu public. Cette nouveauté attira les aſſiduités de beaucoup de perſonnes de différens âges & de profeſſions différentes, avec une approbation générale. Tous ces habiles Profeſſeurs zélés pour l'inſtruction de la jeuneſſe qui leur eſt confiée, induſtrieux dans le bon choix de ce qu'ils enſeignent, & dans la maniére de l'inſinuer dans l'eſprit de ce jeune âge, ayant remarqué l'attention de leurs écoliers, & le plaiſir qu'ils prenoient à ce ſpectacle ſcientifique, s'en

ſont ſervis avantageuſement, pour leur apprendre d'une maniére aiſée & agréable ce qu'il y a de beau, de curieux, d'utile & de néceſſaire dans la Phyſique, leur faiſant conſidérer ces effets comme des ſuites infaillibles, & des démonſtrations ſenſibles de la vérité des principes qu'ils avoient établis dans leurs écrits.

AVERTISSEMENT

SUR CES EXPERIENCES

CE n'eſt pas ici un amas d'obſervations de différentes eſpéces qui ſoit inutile, confus, amuſant ſeulement, ſans deſſein & ſans conſéquences. Ce ſont des matériaux, recherchés avec choix, préparés & arrangés avec méthode, & qui peuvent être conſidérés comme les fondemens d'une Phyſique exacte.

De même qu'en parcourant des lieux inhabités, en fouillant des terres incultes, en démoliſſant d'anciens édifices qu'on avoit abandonnés, on trouve quelquefois des tréſors qu'on ne cherchoit pas ; ainſi en examinant des matiéres juſqu'à préſent négligées, en faiſant des recherches ſur des ſujets qu'on a de tout temps crû inutiles, en remaniant ce qu'on a déja autrefois tenté, d'heureux hazards font rencontrer de belles obſervations ; & une découverte ſe préſente qui ne marche preſque jamais ſeule. Je ne

doute point que nous n'ayons, pour ainſi dire, le doigt ſur un grand nombre de choſes nouvelles qui deviendront très-utiles & très-curieuſes, mais dont la connoiſſance eſt réſervée peut-être à ceux qui viendront après nous, ou à ceux qui feront quelques Expériences de plus.

Ceux qui paſſent toûjours par les mêmes chemins, voyent ordinairement toûjours les mêmes objets; mais il eſt rare qu'à force de ſuivre différentes routes, on ne découvre de nouveaux ſujets dignes de nos attentions les plus ſérieuſes. De même les différentes tentatives nous font obſerver un plus grand nombre d'effets & ſouvent des nouveautés très-agréables. En eſſayant donc différentes clefs, on peut eſpérer d'en rencontrer enfin qui nous ouvriront les paſſages aſſurés, courts & faciles pour arriver aux richeſſes de la Phyſique.

Les changemens continuels qui arrivent dans le langage, dans les goûts des différens ſiécles, dans les mœurs, & même dans les circonſtances du temps, font ſouvent oublier des choſes qu'on avoit eſtimé. Mais ce qui eſt contenu dans cet ouvrge, n'eſt point

exposé à ces inconstances. Les sujets que j'y traite & les effets que j'y représente sont toûjours les mêmes ; le vrai que j'y annonce sera reconnu en tout temps & en tout lieu, sera toûjours nouveau malgré sa vieillesse, & causera toûjours de l'admiration à ceux qui commenceront à en avoir connoissance.

Ce seroit ici le lieu de faire voir les avantages qu'on retire des Expériences, quand on s'y applique avec un esprit d'observation qui tende à découvrir quelque chose d'utile, & qui n'en demeure pas à une simple curiosité qui manque d'élevation vers l'inconnu. Mais la Physique expérimentale est aujourd'hui dans une si grande estime, que je croirois faire injure au goût de notre siécle, si j'en parlois dans des termes qui fissent croire qu'on a encore besoin d'en recommander l'usage. Je dirai seulement que si les raisonnemens qu'on fait sur les propriétés des corps ne sont appuyés sur l'Expérience, ils ne peuvent passer que pour des conjectures incertaines, pour ne pas dire de pures imaginations. Car y ayant une infinité de choses possibles, & différentes causes pou-

vant produire de ſemblables effets, il peut ſouvent arriver qu'on attribuë des effets à d'autres cauſes qu'à celles qui les produiſent. Pour choiſir donc parmi ces cauſes pôſſibles, celles qui produiſent véritablement les effets qui ſont le ſujet de nos méditations, nous ne devons fonder nos jugemens que ſur les réponſes que la nature nous fait dans les Expériences qui ſont la ſeule voye par laquelle nous pouvons l'interroger & apprendre d'elle-même ce qu'elle eſt. Cette étude, préſervatif excellent contre la fauſſe ſcience, la crédulité & la ſuperſtition, nous apprendra de plus, que nous ne devons pas ſeulement nous ſervir des Expériences, comme de la voye la plus courte, & la plus ſûre pour connoître l'eſſence & les propriétés des corps, & même l'œconomie de l'Univers, mais encore pour peu qu'on y faſſe attention, elle nous éleve juſqu'à la connoiſſance de l'être ſuprême, dont la puiſſance & la ſageſſe infinies ſe découvrent, pour ainſi dire, à nos yeux d'une maniére ſenſible dans les loix immuables que les Expériences Phiſiques nous apprennent qu'il a impoſées à la nature.

AVERTISSEMENT
SUR CETTE
NOUVELLE E'DITION.

CE ſeroit ici l'endroit de dire quelque choſe ſur cette quatriéme Edition de mon ouvrage ; mais comme il ne me conviendroit pas d'entrer à ce ſujet dans un détail qui paroîtroit peut-être trop avantageux, je laiſſe le public Juge des avantages de cette Edition par-deſſus toutes les précédentes. Il me ſuffira donc d'avertir que j'y ai fait divers changemens, beaucoup d'additions & augmentations qui m'ont obligé de faire graver deux Planches nouvelles, & de corriger & changer quelques-unes des anciennes ; j'ai fait

mettre le tout en deux Volu
mes, la matiére étant trop
abondante pour en faire un seul
qui fut portatif. Heureux, si
suivant mon unique but, tous
ces changemens rendent l'ou-
vrage plus clair & plus par-
fait, & par conséquent plus
utile.

APPRO-

APPROBATION.

J'Ai lû par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, ce Livre imprimé, qui a pour titre, *Expériences de Phiſique*, par M. PIERRE POLINIERE, Docteur en Médecine, *troiſiéme Edition, revuë, corrigée & augmentée par l'Auteur.* A Paris, chez Charles Moette, 1728. *avec quelques changemens & additions pour une quatriéme Edition.* Je ne doute point que cette nouvelle Edition ne ſoit, comme les trois précédentes, très-utile au Public, & ne plaiſe infiniment à ceux qui aiment la Phiſique. Fait à Paris ce 24. Juin 1731.

ANDRY.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre. A nos amez & féaux Conſeillers les gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de nôtre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra. SALUT. Nôtre bien amé le Sieur PIERRE POLINIERE, Docteur en Médecine, nous ayant fait remontrer qu'il auroit obtenu le 27. Août 1718. pour 12. années le Privilége de faire imprimer un livre de ſa compoſition, qui a pour titre, *Expériences de Phiſique*, & fait achever l'impreſſion dudit livre, mais comme les 12. années ſe trouvent prêtes à expirer, & qu'il craint que quelques perſonnes ne s'aviſaſſent de vouloir jouir du fruit de ſes veilles & de ſon travail, il auroit beſoin pour cet effet de nos Lettres de continuation de Privilége ſur ce néceſſaires, qu'il nous a très-humblement fait ſupplier de lui vouloir accorder; offrant pour cet effet de le faire réimprimer en bon papier &

beaux caracteres ; ſuivant la feüille imprimée & attachée pour modele ſous le contre-ſcel des Préſentes. A CES CAUSES, voulant traiter favorablement ledit Sieur Expoſant : Nous lui avons permis & permettons par ces Préſentes de faire réimprimer ledit Livre ci-deſſus ſpécifié en un ou pluſieurs Volumes, conjointement ou ſéparément, & autant de fois que bon lui ſemblera, ſur papier & caracteres conformes à ladite feüille imprimée & attachée ſous notredit contre-ſcel, & de le vendre, faire vendre & débiter par-tout nôtre Royaume, pendant le temps de huit années conſécutives, à compter du jour de l'expiration du précédent Privilége ; Faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes de quelque qualité & conditions qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſions étrangeres dans aucun lieu de nôtre obéiſſance : comme auſſi à tous Libraires-Imprimeurs & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Livre ci-deſſus expoſé en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns extraits ſous quelque prétexte que ce ſoit d'augmentation, correction &

changement de titre ou autrement, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Sieur Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de quinze cens livres d'amende contre chacun des Contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'autre tiers audit Sieur Expoſant, & de tous dépens, dommages & interêts; à la charge que ces Préſentes ſeront enrégiſtrées tout au long ſur le Régiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion de ce Livre ſera faite dans nôtre Royaume, & non ailleurs; & que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du dixiéme Avril 1725. & qu'avant que de l'expoſer en vente, le manuſcrit ou imprimé qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Livre, ſera remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée ès mains de nôtre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le Sieur Chauvelin; & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans nôtre Bibliotheque publique, un dans

celle de nôtre Château du Louvre, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le Sieur Chauvelin : le tout à peine de nullité des Préſentes ; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire joüir led. Sr. Expoſant ou ſes Ayans-cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie deſdites Préſentes qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dud. Livre, ſoit tenue pour dûëment ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers & Secretaires, foi ſoit ajoûtée comme à l'original : Commandons au premier nôtre Huiſſier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires. CAR tel eſt nôtre plaiſir. DONNE' à Paris le neuviéme jour de Juillet l'an de grace mil ſept cent vintg-huit, & de nôtre Regne le treiziéme.

PAR LE ROY EN SON CONSEIL.

CARPOT.

J'ai cédé & transporté le présent Privilége aux Sieurs Gisſey, Clouzier, Bordelet & Henry, Libraires à Paris, pour en joüir en mon lieu & place, ſans que moi & mes co-héritiers puiſſent rien prétendre ſur leſdits Sieurs dénommés ſuivant les conventions faites entre nous, dont je ſuis content. Fait ce 19. Mai 1734.

POLINIERE, Doct. Med.

Régiſtré ſur le Régiſtre VII. de la Chambre Royale & Syndicale de la Librairie & Imprimerie de Paris N°. 169. *fol.* 145. *conformément au Réglement de* 1723. *Qui fait défenſes, Art. IV. à toutes perſonnes de quelque qualité qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir les Exemplaires preſcrits par l'Art. CVIII. du même Réglement. A Paris le* 12. *Juillet* 1728.

COIGNARD, Syndic.

Régiſtré la Ceſſion ci-derriere ſur le Régiſtre VIII. de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, page 708. conformément aux Réglemens, & notamment à l'Arrêt du Conſeil du 13. Août 1703. à Paris le 22. Mai 1734.

G. MARTIN, Syndic.

—

De l'Imprimerie de GISSEY.

PRINCIPES DE MÉCHANIQUE.

QUAND nous tâchons de découvrir des cauſes phyſiques, & d'expliquer leurs effets, il eſt ſouvent néceſſaire de nous ſervir des vérités démontrées dans cette partie des Mathématiques, que nous appellons *Méchaniques*. Il faut donc en avoir quelque connoiſſance avant que d'entreprendre l'étude & l'exercice des expériences ; les fruits de ce travail ſe feront mieux appercevoir, ſeront mieux reçus des Sçavans, ſeront plus agréables & plus abondans. La Phyſique y puiſe ſes explications les plus exactes ; les Arts & les Métiers y trouvent ce qu'ils ont de plus ingénieux, de plus brillant & de plus utile : avan-

tages également néceſſaires à toutes les Nations. Pour peu qu'on ait une légere teinture des Méchaniques, on reconnoît auſſi-tôt parmi les outils des ouvriers, dans les oſſemens même u corps animé, de quelle grandeur ſont leurs efforts, & la quantité des mouvemens qui viennent ou qui doivent naître du concours d'action de pluſieurs forces; on y reconnoît les leviers, les points d'appui, les plans inclinés, les autres forces mouvantes qui ſont ſi communes & ſi familieres, que quiconque en examineroit le détail, ne pourroit éviter un étonnement des mieux fondés & des plus imprévûs.

Les effets ſurprenans des forces appliquées aux Machines, méritent une attention des plus ſérieuſes; nous y voyons des moyens pour abréger le travail, pour la commodité de la vie, pour remuer des maſſes énormes, pour les élever, ou pour diſpoſer les corps à une réſiſtance incroyable, ou pour ſurmonter cette réſiſtance. Enfin, les plus grands ouvrages doivent ce qu'ils ont de plus admirable au ſecours des Méchaniques. Quoique je traite ici légerement les commencemens de cette Science, qui eſt d'une vaſte étenduë,

cependant ce n'eſt pas peu faire, ſi je réüſſis à inſinuer du goût & de l'inclination, pour lire & pour apprendre plus au long ce qui en eſt traité amplement dans les livres donnés au public dans ces derniers temps. Un léger veſtige de la toute-puiſſance de Dieu ſe préſente à nous dans les Machines où la force de l'eſprit humain, qui en eſt comme un rayon, employe les foibles forces de ſon corps pour produire, même pour augmenter à l'infini des efforts ſurprenans, & pour mouvoir des fardeaux prodigieux. Mais il y a toujours une choſe à remarquer, c'eſt qu'à meſure que la force augmente, la lenteur de l'effet s'enſuit néceſſairement; ainſi plus l'effet eſt puiſſant, plus il eſt tardif.

Explication de quelques manieres de parler.

Il y a dans chaque Science des expreſſions & des termes particuliers, dont on ne peut éviter l'obſcurité qu'en les expliqant ou en les interprétant d'abord. C'eſt pourquoi j'expliquerai la ſignification de certains mots dont on ſe ſert en Méchanique, &

PLANCHE I.

dont je pourrai me ſervir dans la ſuite de cet ouvrage.

Outre ces éclairciſſemens que nous appellons *Définitions de mots*, il y a des propriétés de machines ſimples, & des propoſitions fondamentales que je ſuppoſerai dans ces explications être déja connuës, & dont il eſt néceſſaire de parcourir légerement quelques-unes.

Définitions.

1. La ligne de *niveau* ou *horizontale* C D eſt celle qui eſt perpendiculaire à la ligne A B, qui tend au centre E de la terre F G, que nous appellons ligne *a plomb*; alors cette ligne de niveau C D eſt parallele à l'horizon. Pour connoître la direction de la ligne A B, il n'y qu'à ſuſpendre au fil A B le petit poids B; & ſi on veut, l'équerre ou angle droit H I K fait connoître par ſon côté I K la ligne horizontale ou de niveau C D, en appliquant le côté H I au fil A B.

Fig. 1.

Fig. 2.

2. Ce qu'on appelle *équilibre* entre deux poids, ou entre deux forces, ou entre une, ou pluſieurs forces d'une part, & entre un poids ou pluſieurs autres forces d'une autre part, c'eſt

quand l'effort d'une part ne surpasse point l'effort de l'autre part. Ainsi quand on met deux poids dans deux bassins d'une balance soutenuë, s'ils demeurent en repos, on dit qu'ils sont en équilibre. PLANCHE 2.

3. La ligne de direction d'une force, ou d'un corps pesant, est celle que cette force ou ce corps suivroit s'il étoit libre.

4. Les Méchaniques sont la science du mouvement, & l'art de construire des machines ou des instrumens pour mettre en équilibre les forces égales ou inégales, ou pour que l'une emporte & surmonte l'autre.

Les machines sont simples ou composées.

5. Les machines simples sont les cordes, les plans inclinés, & les leviers.

6. Ce qu'on entend par cordes en Méchanique, sont de vraies cordes employées dans plusieurs machines; on peut même s'en servir pour faire agir des forces contre une ou contre plusieurs autres forces, ou poids. Telles sont les cordes où sont appliquées les forces A, B, C, pour agir contre la force D; & celles où sont appliquées les forces E & F, pour agir *Fig. 1. & 2.*

PLANCHE 2. contre le poids G.

Fig. 1. Les forces A, B & C étant proches de M H, qui eſt une partie de la ligne droite D H, leur action ſera plus grande contre cette force D ; & plus elles ſont écartées de cette ligne M H, moins elles agiront contre la force D.

Des Plans inclinés.

Fig. 6. & 7. 7. Il y a des plans inclinés qui ſont plus ou moins obliques à l'horizon. Tels ſont les plans A B & F H, dont le premier eſt moins incliné à l'horizon A C. Moins le plan A B eſt incliné à l'horizon, plus la force D doit être grande pour ſoutenir le poids E ſur ce plan ; de ſorte que ſi le plan A B devenoit perpendiculaire à l'horizon, la force D ſoutiendroit toute la peſanteur de ce poids E, & lui ſeroit égale. Plus le plan F H eſt incliné à l'horizon F G, moins la force M ſera grande pour ſoutenir le poids L ſur ce plan, ou moins elle ſoutiendra de ce poids L ; de ſorte que ſi le plan F H ſe confondoit avec l'horizon F G, la force M ſeroit nulle, ou ne ſoutiendroit aucune partie du poids L.

Fig. 7. Conſidérons préſentement le plan toujours dans la même inclinaiſon, &

faisons changer la direction de la force qui soutient un poids sur ce plan. Quand la ligne L M est parallele au plan F H, la force M est la moindre qu'on puisse employer seule à soutenir le poids L sur le plan F H. Plus la ligne de direction de la force M s'écarte du parallelisme vers O, plus cette force M doit être grande pour que le poids L soit soutenu ; de sorte que si cette force étoit appliquée en O, & que sa direction fût perpendiculaire à l'horizon, alors cette force O seroit égale à la pesanteur du poids, & le plan incliné n'en soutiendroit aucune partie. Mais si la direction L N rencontre le plan, alors la force N qui soutiendra seule le poids L sur le plan, doit être plus grande que si la direction L N étoit parallele à ce plan.

PLANCHE 2.

De la Vis.

8. La vis peut être considérée comme un plan incliné appliqué autour d'un cylindre. Plus ses pas sont proches l'un de l'autre, moins il y faut employer de force pour produire un effet considérable.

On employe les vis à élever ou à

PLANCHE I. comprimer fortement les obſtacles, ou à les briſer, ou à les attirer, & le tout ſelon une direction parallele à l'eſſieu du cylindre, autour duquel ſont marqués les pas de la vis. Ces pas ſuivans une ligne ſpirale, & formans un plan incliné, la direction de l'effort cauſé par la vis eſt toujours oblique à la ſurface de ce plan incliné.

Fig. 3.

L'écrou ou vis extérieure A B, étant appliqué à la vis intérieure C D, ſi on en tourne une, par exemple, la vis C D, l'autre qui eſt l'écrou étant attaché à l'obſtacle, on fait un effort conſidérable pour éloigner ou approcher cet obſtacle, & la direction de l'effort de chaque point de cet écrou & de la vis ſont paralleles à l'eſſieu G H de cette vis. Il paroît donc que la vis devient une machine compoſée du plan incliné & du levier G F, ou de ce qui lui eſt équivalent, dont l'appui eſt au point G de l'axe. Les propriétés du plan incliné & du levier, peuvent donc être appliquées à la vis; car pour élever le poids E, c'eſt la même choſe que le poids E ſoit entrainé en montant ſur le plan incliné A B, ou que la main D étant fixe, le plan incliné B A ſoit meu de B C vers A. Parce que dans

PLANCHE 2.

Fig. 6.

l'une ou dans l'autre maniere le poids E eſt élevé. Et en négligeant la peſanteur & le frottement du plan incliné A B & de ſa baſe A C, il ne faut pas plus de force à élever le poids E vers D qu'à faire avancer ce plan incliné de B C vers A. PLANCHE 2.

Les différens preſſoirs pour les vins, les huiles, &c. les preſſes des Papetiers, des Drapiers, des Imprimeurs, les étaux des Serruriers, des Horlogeurs, les balanciers des Monnoyes, & un grand nombre d'autres inſtrumens tirent leurs principaux effets des vis ſelon la longueur des leviers qu'on y applique. On a employé des vis à ſoulever des planchers avec leurs charges, même à ſoulever la charpente entiere des bâtimens, &c.

Si, au lieu d'appliquer les pas d'une vis à un écrou, on les applique comme A B aux dents d'une roue, cette vis eſt appellée *vis ſans fin*; parce qu'en la tournant continuellement, elle fait toujours tourner cette roue, & par ce moyen on peut élever un poids très-grand en l'attachant à une corde E F qui ſe roule autour de l'eſſieu D E. PLANCHE 1. *Fig.* 4.

On peut augmenter cette force tant qu'on veut; au bout de l'eſſieu D E

PLANCHE I.

il n'y a qu'à former encore une pareille vis, dont les pas soient engrenés avec les dents d'une nouvelle rouë; & à l'essieu de cette nouvelle rouë encore une pareille vis, & ainsi à l'infini; ou, si on veut jusqu'à ce qu'autour du dernier essieu la corde E F se lie.

Fig. 4.

Il y a une autre sorte de vis, appellée la *vis d'Archiméde*, parce que Archiméde en fut l'Inventeur. Les pas de cette vis sont formés par un tuyau roulé autour d'un cylindre B C. L'intérieur du tuyau forme un plan incliné. Cette vis doit être inclinée & retenuë sur un pivot, & par l'essieu d'une manivelle vers B, de maniere que l'extrémité A de ce tuyau soit plongée dans de l'eau. Alors par le moyen de cette manivelle G, si on tourne le cylindre B C, l'eau entre ou tombe dans la cavité du tuyau par A, & continuë à monter peu à peu par les spirales de A à C, de C à D, &c. de maniere que cette eau n'y monte que parce qu'elle y descend par sa propre pesanteur, & enfin s'écoule par B. Si on mettoit une petite boule par l'ouverture A, en tournant le cylindre, cette boule monteroit de même, & sortiroit par B.

Fig. 6.

Fig. 7. Cette vis peut être double comme en

IL, afin d'élever plus d'eau en même temps. Plus la vis eſt inclinée, plus il y entre d'eau, mais elle monte moins haut.

Du Coin.

9. Le coin eſt fait en forme de priſme ACEB, dont les baſes oppoſées & paralleles ſont les triangles ACD & BEF, & le tranchant du coin eſt la ligne AB qui termine les faces ou côtez AE & AF. De même que la vis n'eſt qu'un plan incliné qu'on peut tourner en rond, le coin n'eſt qu'un plan incliné qu'on peut faire avancer en ligne droite. *Fig.* 5.

La direction de l'effort du coin, ou ſon égale, la direction de la réſiſtance du corps à fendre ou à diviſer eſt toûjours conſidérée comme perpendiculaire à chacune de ces faces AE & AF.

En conſidérant les propriétés du coin, on y ajoûte l'action ou la percution du maillet ou du marteau, qui eſt ordinairement équivalente à une preſſion conſidérable : ce qui paroît évidemment quand on chaſſe un clou dans du bois.

PLANCHE I.

Les cloux, les barres de fer dont on se sert pour creuser la terre, les béches, les haches, les couteaux, les épées, & tous les autres instrumens tranchans
Fig. 12. sont autant de coins. Dans le tariere même on remarque à son extrémité D la pointe du coin, & en même-temps le levier double A B & B C, qui a d'autant plus d'effet qu'il est long. Pour juger de sa force, on compare A B ou B C à la moitié de la grosseur de l'essieu B D, qui représente la plus courte branche du levier.

L'usage du coin est d'une grande étenduë dans les Arts & dans la Physique; sa force est incroyable dans la division de plusieurs corps, qui seroit impossible par toute autre voye.

Puisque le coin peut être réduit à un simple ou à un double plan incliné, il ne s'agit que d'y appliquer les propriétés qui sont démontrées pour le plan incliné.

Plus le coin est mince, c'est-à-dire, plus il est aiguisé, plus il est facile de s'en servir pour la division des corps, & plus son effet ou son effort est grand.

Des Leviers.

PLANCHE 2.

10. A C repréſente un levier ſur un point d'appui B, ſi à ſes deux extrémités A & C ſont appliqués les deux poids D & E en équilibre, leurs directions étant paralleles, voici deux remarques importantes. La premiere eſt que *Fig. 8.*

Le poids D
eſt au poids E,
comme la diſtance B C
eſt à la diſtance A B.

Et toutes les fois qu'on trouve cette proportion entre les poids & les diſtances A B & B C, il y a équilibre entre les poids. Et alors ſi la longueur B C eſt, par exemple, trois fois auſſi grande que A B, le poids D ſera trois fois auſſi grand que le poids E.

Ces diſtances ſont meſurées par des perpendiculaires menées de ce point d'appui à ces directions; par exemple, B D eſt la diſtance du point d'appui B à la direction C D. Et s'il y a équilibre, PLANCHE 1. *Fig. 8.*

la diſtance A B
eſt à B D & non à B C,
comme le poids F
eſt au poids E.

PLANCHE 2. *Fig.* 8.

La seconde remarque qui suit de la premiere, est que plus la longueur B C sera grande, la distance A B demeurant la même, ou devenant plus petite, moins le poids E sera grand pour faire équilibre contre le poids D.

Il paroît donc que des poids égaux ne peuvent être mis en équilibre qu'aux extremités d'un levier, dont les bras ou les distances du point d'appui sont égaux, & non aux extremités de distances inégales. Car si à un de deux poids inégaux appliqués en équilibre aux extrémités d'un levier dont les bras sont inégaux, on ajoûte un peu, ou si on retranche de l'autre pour les rendre égaux, l'équilibre doit cesser, puisqu'ils ne seront plus entr'eux comme les distances seroient entr'elles.

C'est pourquoi un bras de balance doit être exactement égal à l'autre, autrement les poids qu'on y mettroit en équilibre ne seroient jamais égaux; & de plus il est démontré que pour qu'il y ait un équilibre exact entre deux poids attachez aux extrémitez des bras d'une balance, il faut que le point de l'appui & les points où ces deux poids sont attachés soient dans une ligne droite.

L'usage des rames dont les Mariniers se servent, l'usage de leur gouvernail & des mâts même des vaisseaux, est fondé sur ce qui est dit des leviers. PLANCHE 2. Fig. 8.

Les ossemens du corps sont aussi des espéces de leviers qui ont leur point d'appui, & qui sont tirés par les muscles.

Quand les directions des poids D & E sont paralelles, alors le point d'appui B est chargé de la somme des pesanteurs des deux poids. Mais plus les directions des forces F & H seront écartées du paralleliſme, moins le point d'appui G sera chargé; de sorte que si ces forces étoient placées en I & en L dans la ligne droite I L, alors le point d'appui G ne seroit chargé d'aucune chose. Fig. 9.

A l'égard des leviers représentés par les figures 10. & 11. on les peut considérer comme le levier de la figure 8. parce que la puissance M & la résistance du point d'appui O font la même chose avec le poids P, que les poids D & E avec le point d'appui B. [fig. 8.]. De même la puissance R est la même chose qu'un point d'appui, & la résistance du point d'appui S & le poids T sont alors en équilibre. Fig. 10. & 11.

PLANCHE 2. Fig. 10.

Si le poids P eſt en N, & ſi la force appliquée en M eſt trois fois autant éloignée de N, que N l'eſt du point d'appui O, alors la force M ne porte que le quart de P, & l'appui O en porte les trois quarts.

Démonſtration.

Conſidérons la force M & l'appui O comme deux puiſſances qui auroient leurs directions paralleles de même que D & E de la figure 8. & que le poids en N ſoit le point d'appui chargé de la force M & de la force ou réſiſtance O.

J'appelle x la charge du poids que porte l'appui ou puiſſance O. J'appelle y la charge ou partie du poids P que porte la puiſſance M. Ainſi ſuivant la premiere remarque précédente p. 13.

$x . y :: M . N , O . N :: 3 : 1.$

Or puiſque x & y pris enſemble forment le poids entier, de même que 3 & 1 pris enſemble; il eſt evident que 3 & 1 pris enſemble compoſant le poids entier dont 1 eſt la quart, x eſt les trois quarts & y en eſt le quart.

Il eſt encore facile de démontrer cela

cela par les régles des proportions Géométriques. PLANCHE 2.

Premierement : $x . x+y$ (P) :: 3 . 3 + 1 (4). & comme 3 ſont les trois quarts de 4, il s'enſuit que x (charge de l'appui O) eſt les trois quarts de $x+y$, c'eſt-à-dire du poids entier P.

Secondement, $x+y$ (P) . y (charge de M) :: 3 + 1 (4) . 1. & comme 1 eſt le quart de 4, y (charge de la puiſſance M) eſt le quart de $x+y$, c'eſt-à-dire du poids.

C'eſt pourquoi de deux perſonnes, ſi l'une avoit ſon épaule en O & l'autre en M pour porter le poids P, leurs charges ſeroient toûjours inégales juſqu'à ce que le poids P fût au milieu de O M.

Les tenailles, les ciſeaux, &c. ſont des eſpéces de leviers.

Pour rendre ces réfléxions plus ſenſibles, appliquons-les à quelque choſe d'uſage. Je veux, par éxemple, voir d'où vient le plus ou le moins de force ou d'action des tenailles, des ciſeaux, &c. dont les forces qui preſſent en A, B, & D, C, ont leurs directions K L & H I paralleles entr'elles, & perpendiculaires aux diſtances F E & F G. PLANCHE 1. *Fig.* 9.

PLANCHE I.

La force A . C : : FG. EF. } par l'art.
B . D : : FG. EF. } 10. p. 13.

Fig. 9.

Donc A . C : : B . D. parce que deux rapports égaux à un troiſiéme ſont égaux entr'eux.

En alternant A . B : : C . D.

En compoſant A † B. B : : C † D . D.

En alternant A † B . C † D : : B.D : : F G. E F.

Donc A † B. C † D : : F G. E F.

Puiſque par ce raiſonnement nous voyons que la preſſion des forces A & B priſes enſemble ſur le corps E, eſt à la preſſion ou action des forces C & D, comme F G à F E, nous voyons auſſi que plus la diſtance E F ſera petite, la diſtance F G demeurant la même, plus la ſomme des forces A & B aura d'action ſur le corps E, les forces C & D demeurant auſſi les mêmes.

Plus auſſi F G ſera grande, F E demeurant la même, plus la preſſion du corps E ſera grande.

Enfin, plus E F deviendra petite, & plus F G deviendra grande, plus auſſi cette preſſion ſera grande.

Fig. 10. En raiſonnant de même, il eſt facile de voir dans des ciſeaux A C D, que plus le corps A eſt près du point

d'appui B, plus les forces C & D ont d'action pour couper ce corps A. PLANCHE I.

Plus la distance B A est petite, plus avec le couteau B C, la force C a d'action pour couper le corps A, qui en est l'appui. La résistance B étant équivalente à un poids ou à une puissance, il est facile de faire des remarques pareilles, en voyant agir les longs arbres des pressoirs, &c. *Fig.* 11.

Du Centre de pesanteur.

11. Le *centre de pesanteur* dans un corps, est ce point qui étant arrêté, tout ce corps demeure en repos. Tel est sur l'appui B le point du levier A C soutenant les poids D & E. Le centre de pesanteur d'une boule, d'une demie boule, ou d'un cylindre, est le point du milieu de sa masse. Le centre de pesanteur de la plume A B est au point C. PLANCHE 2. *Fig.* 8. PLANCHE I. *Fig.* 13.

Si la ligne de direction C D du centre C de pesanteur d'un corps A B passe par la base, ce corps ne roule point; parce que sa matiere sert d'appui en D. Mais le corps E F, dont la ligne de direction G H du centre G ne passe point par la base, culbute, *Fig.* 14. *Fig.* 15.

PLANCHE I.

parce que rien ne s'oppoſe à la deſcente de ce centre.

Fig.16. C'eſt pourquoi ſi une perſonne eſt aſſiſe en A, la direction B C de ſon centre de peſanteur ne paſſe point par la baſe des pieds, qui eſt le quadrilatêre, dont ils ſont les côtés oppoſés quand on s'y appuye, ou la plante du pied ſeul quand on s'y appuye entierement. Alors cette perſonne ne peut ſe lever ſans s'avancer la tête & les épaules, ou ſans retirer ſes pieds en arriere, afin que la ligne de direction de ſon centre de peſanteur paſſe par la baſe des pieds.

Une perſonne étant droite ſur ſes pieds, & ayant le dos & les deux talons touchans une muraille, ne peut ſe courber comme pour lever de terre une piéce de monnoye, ſans avancer un pied, ou ſans tomber, parce que la direction de ſon centre de peſanteur ſortiroit de la baſe de ſes pieds.

Fig.17. On ne peut marcher ſans faire toûjours avancer & paſſer cette direction par le pied qu'on met en avant en H I.

Fig.18. Les perſonnes qui ont les jambes écartées de même que les oyes, les canards, &c. doivent paroître balan-

cer de part & d'autre en marchant, & décrire à peu près la ligne L. PLANCHE I.

Un homme baiſſé, & recevant un fardeau a plus de peine à ſe lever qu'à marcher, parce qu'en ſe levant il faut avoir la ſujetion d'éviter que la direction du centre de peſanteur du total ne quitte la baſe de côté ou d'autre; mais en marchant cette ligne de direction quitte la baſe de chaque pied à chaque pas, juſqu'à ce que les deux pieds étant en repos elle paſſe au milieu.

Un homme portant un fardeau ſur ſon dos, s'incline ſur le devant; s'il le porte entre ſes bras, il ſe recourbe en arriere; s'il porte dans une main un ſceau plein d'eau, il s'incline & allonge l'autre bras du côté oppoſé. Parce qu'avant que d'être chargé, la direction du centre de peſanteur de ſon corps paſſe par la baſe des pieds. Mais le fardeau y étant joint, ce centre de peſanteur change de place, & de ce total il naît un nouveau centre de peſanteur dont la direction, en inclinant le corps, paſſe par la baſe des pieds.

Quand on eſt prêt de tomber on étend les bras, & quelquefois on incline le corps du côté oppoſé à la chute.

PLANCHE I.

Parce que la pesanteur répanduë dans la longueur du bras, & la courbure du corps empêchent que la direction du centre de pesanteur ne sorte de la base des pieds.

Une longue pique pése plus quand on l'éleve de terre, en la tenant par un bout, que quand on la tient par le milieu; & son poids semble diminuer à mesure qu'on éleve un bout seulement. Car en élevant la pique A B, si on met une main en C, pour servir d'appui, & une autre main en B, pour servir de poids ou de force; de l'autre part la pesanteur de sa partie A C sera le contrepoids. Considérons la pesanteur de A C comme rassemblée dans son centre de pesanteur en D, alors il est évident que plus cette partie A C est longue, c'est-à-dire, plus ce centre de pesanteur sera éloigné de C, plus la charge du point C sera grande. Puisque ce point d'appui C est chargé du centre de pesanteur de la grande partie A C, du centre de pesanteur de la petite partie C B, & de la force B ajoûtée au centre de pesanteur de cette petite partie, pour faire équilibre.

Fig. 19.

Si on met donc l'épaule, la main, où le point d'appui C vers le milieu de

la pique A B, cet appui ſera moins chargé. Car il ſera ſeulement chargé des centres de peſanteur de A C, & de celui de B C, c'eſt-à-dire, du centre de peſanteur de la pique entiere A B. PLANCHE I.

Mais plus on éleve l'extrémité A, plus la direction E F du centre de peſanteur de la partie A C approche du point d'appui C; de même du centre de peſanteur de la partie C B. De maniere que ces lignes de direction E F & G H étant venuës ſur la ligne I K avec la pique A B, le point d'appui C ſupporte ſeulement le poids de cette pique.

On peut ſoûtenir ſur le bout du doigt un bâton poſé à plomb, pourvû qu'on tranſporte promptement ſon extrémité inférieure çà & là du côté où il panche. Parce qu'alors cette extrémité poſée ſur le doigt, & qui eſt la baſe, eſt toûjours tranſportée dans la ligne de direction du centre de peſanteur.

Une longue pique ou gaule ſe plie plus facilement qu'une courte, quand on la tient à niveau par un de ſes bouts; parce que plus la partie courbe de cette pique eſt longue, plus ſon centre

PLANCHE 2. de pesanteur est éloigné du point d'appui, & agit comme un poids attaché au long bout d'un levier.

Si on tire un bâton par les deux bouts en résistant avec un genou au milieu, sa courbure ou fracture arrive plus difficilement, si les mains sont près du milieu ; & plus facilement si elles en sont plus éloignées. Parce que lesforces des mains ont plus d'action sur la résistance du bâton, à mesure qu'elles sont éloignées du point d'appui, étant comme aux extrémités d'un long levier.

Des Poulies.

Fig. 3. 12. Il y a des poulies dont la partie qui contient la rouë est fixe comme A ; d'autres dont elle est mobile, comme F. [*fig.* 4.] Quand on se sert de la poulie A, si on veut un équilibre entre la force B & le poids C, il faut que l'un & l'autre soient égaux, parce qu'à cause de sa rouë, c'est un levier continuel dont les bras sont toûjours égaux, & les forces appliquées aux extrémités toûjours également éloignées du point d'appui qui est dans l'essieu de la rouë.

Il faudroit dire la même chose si un

un essieu étoit aussi gros que la circonférence d'une rouë, ou si le poids étoit attaché à un côté de la rouë, & la force appliquée à l'autre côté. C'est pourquoi la force qu'on applique à une rouë pour élever un fardeau par le moyen de son essieu, produit un plus grand effet si l'essieu est menu que s'il est gros. Mais aussi il arrive que le poids est élevé plus lentement, & que cet essieu résiste moins à un gros fardeau. PLANCHE 2.

L'essieu de la rouë de cette poulie A n'est jamais chargé de la force B, & de la pesanteur du poids C, que quand la corde où est appliquée cette force, & celle où est appliqué le poids sont paralleles. Et plus ces cordes sont écartées l'une de l'autre sur la même rouë, moins cet essieu est chargé; de sorte que si la puissance ou force B étoit placée en D, en ligne droite D C, alors l'essieu ne seroit chargé d'aucun poids. Dans l'usage de cette poulie, la personne qui agit en B, employe commodément sa propre pesanteur contre le poids C, ce qu'elle ne pourroit faire si elle étoit obligé de tirer immédiatement le poids C de bas en haut. Car outre le poids C, elle seroit

PLANCHE 2. encore obligé de ſoutenir la peſanteur de ſes bras, & celle du reſte de ſon corps lui ſeroit inutile.

Il n'y a donc que la poulie qu'on peut mettre en bas qui augmente la force. Par exemple, ſi une corde eſt fixe en E par un bout, & retenuë par la main G à l'autre bout, c'eſt la même choſe [*fig.* 10.] que le levier O M où le poids P eſt ſoutenu au milieu. Et à cauſe de l'égalité des rayons ou des bras de ce levier de la poulie, ſi les cordes ſont paralleles, la force G ne ſoutient que la moitié du poids, l'autre moitié eſt ſoutenuë par la réſiſtance E, où eſt attachée une extrémité de la corde.

Fig. 4.

PLANCHE 2. Il arrive même que ſi on augmente le nombre des poulies en haut & en bas, la même force appliquée à ces poulies produit un effet qu'on peut augmenter tant qu'on veut; parce que les cordes étant paralleles, autant de poulies inférieures doublent autant de fois cet effet. On peut diſpoſer ces poulies en pluſieurs manieres, l'une auprès de l'autre, ou l'une au bout de l'autre comme AC [*fig.* 5. *pl.* 2.] ou BC [*fig.* 20. *pl.* 1.] de ſorte que les roues ſoient environnées de la corde; alors la force

Fig. 5.

D produit un grand effort contre le poids A, & cet effort eſt d'autant plus grand, que le nombre de ces rouës eſt grand. PLANCHE 2.

Des Rouës.

13. Les rouës A B, [*fig.* 12.] C D, [*fig.* 13.] E M [*fig.* 14] ſont encore réduites aux leviers. Soit G F l'épaiſſeur de l'eſſieu, ſoit E M la circonférence de la rouë, & que le poids L ſoit attaché à cet eſſieu en F & en équilibre avec la force H, alors E F eſt un levier continuel, même pendant que la rouë tourne ; le point d'appui eſt au centre I de l'eſſieu G F, & les deux extrémités de ce levier ſon E & F. *Fig.* 14.

Pendant cet équilibre,

Le poids L
eſt à la force H
comme la diſtance E I
eſt à la diſtance I F.

Les moulins qui ſont mûs par l'eau, par le vent, par des chevaux, &c. les rouës comme A B dont on ſe ſert pour élever de gros fardeaux, agiſſent avec d'autant plus de force que les rayons de leurs rouës, ou leurs aîles ſont longs, par rapport à leurs eſſieux. De même, ſi on applique ſeulement des leviers au travers l'eſſieu C D, plus *Fig.* 12. *Fig.* 13.

PLANCHE 2. ils seront longs, plus la même force employera un grand effort pour élever un fardeau.

Il y a des rouës dentées qui sont engrenées l'une dans l'autre, & qui sont d'un grand secours pour élever de grands fardeaux, & par leur moyen on évite la grande longueur des leviers qui seroit nécessaire pour produire pareils efforts, & on en rend plus commode le point d'appui.

PLANCHE 1. Fig. 21. On fait mouvoir ces rouës dentées par le moyen d'autres moindres rouës dentées, que les ouvriers appellent des *pignons* ou des *lanternes*. Par exemple, la manivelle E avec le pignon F peut être appliquée immédiatement à la rouë A C; ou, pour avoir plus de force, peut être appliquée à une autre rouë D G, dont un autre pignon ou lanterne G ajusté à son essieu, engréne avec les dents de la rouë A C, pour élever le fardeau I. La distance E H dans cette manivelle avec le rayon du pignon F, forment un levier qui agit sur un autre levier formé par les rayons de la rouë D G & les rayons du pignon G, & ce dernier levier agit encore sur un autre levier formé par C A, d'où il naît un grand effort contre

le poids I; & cet effort pourroit être augmenté à l'infini, si la matiere y pouvoit résister. PLANCHE I.

Ces rouës dentées peuvent aussi être engrenées avec une longue barre de fer A B aussi dentée, pour former une machine nommée un *cricq*, dont on se sert pour élever de gros fardeaux, comme des canons, des poutres, &c. La manivelle C. est appliquée à un pignon D, contenant quatre ou cinq fortes dents engrenées avec les dents d'une rouë E, qui porte à son essieu un autre pignon F, contenant aussi cinq ou six fortes dents engrenées avec celles de cette barre A B. En tournant ou détournant cette manivelle C, l'extrémité B est élevée ou abaissée, & en même temps on fait mouvoir le fardeau qui y est attaché. Il y a des machines pneumatiques dont le manche du piston est une barre de fer A B, & le pignon D de la manivelle C est engrené avec les dents de A B. *Fig.* 22.

Plusieurs de ces machines simples étant jointes ensemble pour concourir à un même effet, forment une *machine composée.*

Après avoir exposé & expliqué les

PLANCHE 2.

instrumens les plus ordinaires qui augmentent ou diminuent les efforts des forces, ce qui dépend de cette partie des Méchaniques nommée *Statique*; je commencerai ces expériences par une autre partie des Méchaniques, nommée *Hydrostatique*, où il s'agit de l'équilibre des liqueurs.

EXPE'RIENCES

Sur le mouvement & ſur les efforts des corps durs & des fluides, & ſur leur équilibre.

Les corps mûs en rond font un effort continuel pour ſuivre des lignes droites, qui touchent la ligne courbe qu'ils décrivent.

EXPE'RIENCE I.

PRE'PARATION.

A eſt un vaiſſeau plus large à l'ouverture qu'au fond, afin d'être mieux retenu par la corde A B : il faut y mettre de l'eau. *Fig.* 15.

Effets.

Pendant que le vaiſſeau A eſt mû en rond, & retenu par la corde A B, l'eau ne tombe pas, elle demeure au fond du vaiſſeau, & le preſſe avec une force plus grande que ſa propre peſanteur.

PLAN-
CHE 2.

EXPLICATION.

Fig. 15. Le vaiſſeau A, qui eſt un corps dur, nous ſert d'exemple; & afin de rendre l'expérience plus générale & plus remarquable, j'y ajoûte de l'eau, qui eſt un corps fluide.

Fig. 16. Il faut conſidérer une ligne courbe comme compoſée d'une infinité de très-petites lignes droites, qui étant prolongées, deviennent les tangentes de cette ligne courbe. Le corps B étant retenu par la corde A B, & mû circulairement, décrit à chaque inſtant pendant ce mouvement, les lignes droites B C, C E, E F, &c. conſidérées comme des points, à cauſe de leur petiteſſe infinie. Ces lignes étant prolongées deviennent les tangentes B D, C G, &c. que ce corps qui eſt en mouvement tend à parcourir, puiſqu'il parcourt toujours le plus court chemin, à moins qu'il ne ſoit détourné par la rencontre de quelqu'autre corps, & le plus court chemin eſt la ligne droite. Le corps B étant mû pendant un inſtant, ſuivant la ligne droite B C, lorſqu'il eſt parvenu en C, & retenu par la corde A B, il tend encore à ſe

mouvoir ſuivant la tangente B D ; or on démontre en Géométrie, qu'il n'y a que le point d'attouchement B qui ſoit le plus proche du centre A, & que tous les autres points de la touchante B D ſont plus éloignés du centre, & d'autant plus qu'ils ſont éloignés de ce point B. Car la ligne droite A B étant perpendiculaire à la touchante B D, eſt, ſuivant la démonſtration géométrique, la plus courte, & toutes les autres lignes droites menées du centre A à cette touchante BD, ſont plus longues à meſure qu'elles ſont plus éloignées de la perpendiculaire A B. Puiſque ce corps B tend toûjours à ſe mouvoir ſuivant une tangente ; par exemple, BD, il tend donc continuellement à s'écarterducentre de ſon mouvement, & toûjours de même à chaque inſtant. PLANCHE 2.

Une piroüette, une toupie, &c. demeurent plantées ſur leurs pointes pendant qu'elles ſont mûës circulairement, parce qu'alors toutes leurs parties font un effort continuel pour s'éloigner de leur eſſieu ; & il arrive la même choſe, que ſi elles étoient tirées tout autour par une multitude de cordes perpendiculaires à cet eſſieu.

L'effet connu par cette expérience

PLANCHE 2.

sert de maxime fondamentale pour expliquer comment la lumiere, par exemple, celle du Soleil, fait impreſſion sur nos yeux. Les petits corps qui compoſent cette lumiere étant contigus l'un à l'autre, & gliſſans entre les parties d'autres matieres céleſtes plus groſſieres, font une impreſſion ſur l'organe de notre vûë pendant leur mouvement circulaire, parce qu'alors ils font effort pour ſe mouvoir comme d'un centre vers une circonférence, à cauſe du mouvement qu'ils reçoivent du corps lumineux qui eſt au centre de leur tourbillon. C'eſt pourquoi la lumiere s'étend de tous côtez autour du Soleil & autour des Etoiles fixes, & qu'elle paſſe ſi promptement à toute ſorte de diſtance, ſuivant des lignes qui viennent du centre de ces corps lumineux, & qui viennent auſſi de tous les points de leur ſurface *. Puiſque toutes les parties de matiére qui rempliſſent l'Univers ſe touchent; il arrive qu'à cauſe de cette plénitude & du mouvement circulaire, quand le corps lumineux preſſe la matiere mobile de la lumiere, elle fait ſentir à nos yeux une impreſ-

Fig. 15.

* M. Deſcartes, Principes de Philoſophie 3. part. art. 55. &c. 63. &c. 140. &c.

sion à une distance fort grande. De même que si on pressoit par un bout un long bâton, aussi-tôt on sentiroit à l'autre bout une pareille impulsion. PLANCHE 2.

La matiere céleste la plus grossiere s'éloigne le plus du centre de son mouvement, & cependant elle est retenuë par celle qui est plus loin qu'elle, à cause de la plénitude, de même que notre gobelet plein d'eau est retenu par la corde. C'est pourquoi les corps célestes, par exemple, la Lune, les Satellites de Jupiter, ceux de Saturne, les Planetes même, &c. qui se trouvent flottans dans le tourbillon de quelque Astre, s'éloignent du centre de ce tourbillon à proportion de leur masse ou de leur mouvement, ou selon que leurs parties sont plus ou moins serrées, ou selon qu'ils trouvent plus ou moins de résistance à ces mouvemens; & ils demeurent constamment à une certaine distance pendant leur mouvement circulaire autour de ces centres.

Pour imiter cela, j'ai vû mettre en mouvement de l'eau dans une cuve, en y tournant en rond & rapidement un bâton plongé par le bout; ensuite y ayant mis flotter des boules de différentes matieres, de différentes grosseurs, & de pesanteurs différentes, alors il sem-

PLANCHE 2. bloit qu'on remarquoit que ces boules tournoient en rond & toujours à certaines distances du centre de ce rond.

Fig. 15. Suivant le système de Copernic & celui de Descartes, la cause de la pesanteur de l'air, de l'eau & des autres corps terrestres dépend de l'effort de la matiere céleste la plus subtile, & la plus fluide qui contribuë à former un tourbillon mis en mouvement par le Soleil. Cette matiere étant mûë en rond autour du Soleil, tend à s'écarter du centre où est le Soleil, vers la circonférence; alors la terre étant dans ce tourbillon, en reçoit son mouvement & sa révolution entiere autour de son centre particulier tous les jours en vingt-quatre heures d'Occident en Orient. Nous remarquerons dans la suite quelque chose de semblable dans une boule soûtenuë à une certaine hauteur dans un jet d'eau, qui tournera autour de son centre *. Cette matiere ainsi mûë, emporte la Lune autour de la terre à une certaine distance, où elle tourne aussi d'Occident en Orient en vingt-sept jours & demi, ou environ, en suivant le Zodiaque. Ce mouvement nous la fait paroître retarder son lever chaque jour de trois quarts

* Experience 26.

d'heure. De plus, comme cette matiere subtile & céleste est encore mûë autour de la terre plus vîte que cette terre, delà il arrive qu'à cause de la plénitude de l'Univers, la terre est par ce moyen comprimée de toutes parts. Or à cause que cette matiere subtile est toûjours en un mouvement de pression quand elle trouve obstacle, ou coule continuellement par les pores d'autre matiere quand elle les rencontre, il s'ensuit que les corps qui composent la terre sont pressez & renvoyez vers le centre de cette terre; de même qu'une goute d'eau ou de pluye se rassemble, & devient ronde par une pareille pression de l'air qui l'environne (1). Et les corps les plus pesans sont ceux dont les parties sont les plus serrées; parce qu'alors ces corps serrés sont plus exposés aux chocs & aux coups de la matiere céleste, que s'ils étoient plus poreux. Car cette matiere subtile & céleste traversant les endroits poreux, ne presse que les parties de ces corps qui lui résistent. PLANCHE 2.

Pour imiter l'effet du mouvement de cette matiere subtile, on a pris des

(1) M. Descartes Princ. de Phil. part. 4. art. 19. 20. &c.

PLANCHE 2. petits morceaux de cire à cacheter, & on les a mis dans de l'eau contenuë en un vaſe rond avec un rebord, dont le fond étoit en forme d'un grand plat. Ayant mû rapidement ce vaſe, les morceaux de cette cire s'éloignoient du centre. Mais ayant arrêté ſubitement ce vaſe, l'eau continuant encore ſon mouvement circulaire, ces parties de cire ſe raſſemblerent au centre. L'eau ainſi mûë imite la matiere fluide qui environne l'air & la terre, & qui eſt en mouvement autour d'elle; & ces petits morceaux de cire imitent les parties de la terre qui ſe raſſemblent en une maſſe ronde.

Fig. 15.

Les fluides de peſanteurs fort inégales étant mêlez, ſi leurs parties ne ſont pas fort petites, ils ſe ſéparent l'un de l'autre.

EXPE'RIENCE II.

PRE'PARATION.

PLANCHE 3. A B eſt de l'émail, ou du verre broyé en poudre groſſiere. B C eſt de l'huile de tartre faite par défaillance. C D eſt de l'eſprit-de-vin coloré ſur le ſel de tartre, ou de la teinture de

Fig. 7.

sel de tartre. Et D E est de l'huile de pétrole distillée. Le tout est contenu dans le tuyau de verre A F * fermé exactement en A & en F. PLANCHE 3.

Effet.

Ayant un peu agité ce tuyau A F, afin de bien broüiller ces quatre choses, si on le remet en repos, l'émail reprend sa place en A B, les trois liqueurs se séparent, & se mettent aussi chacune en leur place, suivant leurs degrez de pesanteur ou de légereté.

EXPLICATION.

Cette expérience a été inventée pour expliquer comment, après que les petites parties de la matiere furent créées pêle-mêle, & dispersées confusément, la terre, l'eau, l'air & le feu ont pris chacun leur place. Les Anciens ont prétendu que l'arrangement de leurs quatre Elémens a été imité par les quatre choses contenuës dans ce tuyau. L'émail A B représente la terre. Cet Elément étant, selon eux, le plus pesant, il devoit occuper le lieu le plus bas. B C, qui occupe la seconde place, représente l'eau qui

* De 6. ou 7. po. de long. & de 7. ou 8. lig. de dia.

PLANCHE 3. Fig. 7.

est sur la terre. C D représente l'air ; & enfin la liqueur D E représente le feu, qui, selon eux, étant le plus léger de tous, devoit occuper la quatriéme place. Présentement on n'est plus esclave des préjugés, on consulte plûtôt la raison que l'autorité des Anciens, & on ne croit point qu'il y ait une région de feu au-dessus de l'air ; car il n'y a observation ni expérience qui le persuade, on considére plutôt une matiere subtile ou étherée, depuis l'air qui environne la terre, & qui est étenduë à une distance indéfinie.

Puisqu'ils plaçoient l'air au-dessous du feu, à cause qu'il avoit moins de légereté, c'est-à-dire, plus de pesanteur, ils admettoient la pesanteur de l'air sans la connoître. Ils n'avoient pas le moindre soupçon de cette pesanteur, malgré leur maître Aristote, qui * assuroit que des vessies ou balons qui sont bien remplis d'air, sont plus pesans qu'étant vuides.

L'huile de Pétrole est plus pure, & d'une plus belle couleur pour cette expérience, étant distillée par une cornuë ajustée à un récipient. L'huile de

* Dans son liv. 4. *de cœlo*, chap. 4.

Pétrole,

Pétrole (1) eſt une liqueur légere, onctueuſe & inflammable, qui coule & ſort par les fentes de quelques rochers des pierres & même des terres dans le Languedoc, principalement en un endroit nommé *Gabian*, & en pluſieurs endroits d'Italie, de la Sicile, &c. PLANCHE 3. *Fig.* 7.

Les corps fluides ou ſolides, de même matiere & de même peſanteur, ont des grandeurs ou volumes égaux,

Les fluides ou ſolides de différente matiere & de même poids, ont ordinairement des volumes inégaux.

EXPE'RIENCE III.

PRE'PARATION.

CE eſt une petite bouteille de verre, (2) allongée ou pointuë en C, où il y a un peu de ſable, ou de plomb, &c. afin d'en augmenter le poids, & pour la tenir droite dans l'eau. L'y ayant plongée, ſi elle deſcend trop, il faut diminuer de ſon poids, ou l'augmenter ſi elle ne deſcend pas aſſez. PLANCHE 2. *Fig.* 20.

Dans le tuyau D E eſt un carton,

(1) Oleum petræ. (2) En C D le diam. eſt de 2. po. 4. l. D E eſt 2. lig. de diam. & long de 3. po. & demi.

PLANCHE 2. sur lequel eſt marquée une diviſion arbitraire, avec les chiffres 1. 2. 3. &c. depuis D vers E. [*fig.* 20.]

Fig. 17. & 19. A B C eſt un tuyau de verre courbé, ouvert & égal dans toute ſon étenduë.

Effets.

Fig. 20. 1. L'inſtrument C E étant plongé dans de l'eau, il y deſcend juſqu'à un point de la diviſion du carton.

2. Si on le plonge dans une liqueur plus peſante, par exemple, dans du vinaigre, il y deſcend moins; ſi on le plonge dans une liqueur plus légere, par exemple, dans du vin ou dans de l'eſprit de vin, il y deſcend davantage.

Fig. 17. 3. Si on met de l'eau par l'ouverture A ou C, les ſurfaces de l'eau en D & en E ſeront à niveau, c'eſt-à-dire, à égale diſtance du centre de la terre.

Fig. 19. 4. Ayant mis un peu de vif-argent par l'ouverture A ou C, & de l'eau ſur ce vif-argent depuis F vers C, la ſurface du vif-argent ne ſera plus en E, mais en D plus haut que F.

EXPLICATION.

Fig. 20. L'inſtrument C E étant plongé dans

l'eau du vaiſſeau A B juſqu'au point F, par exemple, alors la peſanteur de la partie E F hors de l'eau, & la peſanteur de C F qui eſt dans l'eau, font une peſanteur totale qui eſt égale à celle du volume d'eau auſſi grand que la partie C F, & qui ſeroit en la place de C F ſi l'inſtrument n'étoit point plongé dans cette eau. Mais il eſt évident, que ſi la liqueur du vaiſſeau A B eſt plus peſante qu'un pareil volume d'eau; ſi c'eſt par exemple, du vinaigre, il n'en faudra pas un ſi grand volume, pour être en équilibre avec le poids de l'inſtrument C E. Cet inſtrument C E y deſcendra donc moins. Enfin, ſi la liqueur du vaiſſeau A B eſt beaucoup plus légere qu'un pareil volume d'eau commune, ſi c'eſt, par exemple, de l'eſprit-de-vin, l'inſtrument C E y deſcendra beaucoup plus bas; parce qu'il faudra une maſſe de cette liqueur beaucoup plus grande pour faire équilibre avec le même inſtrument C E. PLANCHE 2.

Les navires ou autres vaiſſeaux chargés flottent plus ſûrement, & ſe plongent moins dans la mer que dans les rivieres, parce que l'eau ſalée eſt plus peſante que pareil volume d'eau

PLANCHE 2. *Fig.* 20.

douce. Ces vaiſſeaux ainſi chargés, deſcendent dans l'eau juſqu'à ce qu'ils occupent la place d'une maſſe d'eau qui ſoit auſſi peſante qu'eux. C'eſt pourquoi lorſqu'ils paſſent de l'eau ſalée de la mer dans l'eau douce d'une riviere, ils s'y plongent beaucoup davantage; & quelquefois étant plus peſans qu'une maſſe de cette eau douce égale à eux, ils deſcendent juſqu'au fond, & ſont ſubmergés.

Les inſtrumens qui montrent les différentes peſanteurs des liqueurs en égal volume, ſont appellés *Aréométres*. Celui que nous venons de voir ne peut pas faire juger bien exactement du rapport qui eſt entre ces peſanteurs, c'eſt-à-dire, de combien une liqueur eſt plus peſante que l'autre en pareil volume. Le plus ou le moins de fluidité des liqueurs peut rendre la deſcente de la bouteille C D plus ou moins libre. Cependant cette expérience n'eſt pas inutile, elle donne lieu d'obſerver comment un même corps dur demeure plus ou moins plongé dans différens fluides.

J'ai vû examiner exactement les poids des volumes égaux de ces différentes liqueurs, en ſe ſervant d'une

petite bouteille de la grandeur d'une grosse noix, dont le col étoit un peu long. Après avoir connu le poids de cette bouteille, il n'y avoit qu'à l'emplir jusqu'en G, par exemple, où étoit collé à côté en déhors un petit papier étroit, divisé par quelques lignes, ensuite il n'y avoit qu'à connoître le poids de cette liqueur avec une balance, vuider cette bouteille, & la remplir d'une autre liqueur dont on vouloit aussi connoître le poids, & comparant ces poids l'un à l'autre, il étoit facile de voir si ces fluides d'égal volume étoient d'égal ou de différent poids, & de connoître la quantité de cette différence. PLANCHE 2. *Fig.* 21.

Si on met de l'eau par l'ouverture A ou C, les surfaces en D & en E des colomnes d'eau seront de même hauteur. Sur cette observation on a construit un niveau exact A, B, C, D, F, G; ce sont plusieurs tuyaux qui communiquent l'un à l'autre. Les 4. tuyaux A E, B N, C H, D I, sont de verre; on les cimente en E, N, H, I, avec le reste. Ayant attaché sur une planche cet instrument, & fait soutenir le tout par un pied L, on met de l'eau dans ces tuyaux, jusqu'à la *Fig.* 17. *Fig.* 18.

PLANCHE 2.

hauteur, par exemple, A, B, C, D; ensuite on y applique deux fils A B, C D, qui se trouvent dans le même plan horizontal, parce que les surfaces de ces quatre colomnes d'eau sont à la même hauteur. Si on regarde le fil A B, de sorte qu'il couvre à la vûë le fil C D; alors toutes les parties des objets que le fil A B couvrira, seront de même hauteur, c'est-à-dire, posées à niveau. Ce niveau sert pour connoître la hauteur ou le penchant d'un terrain, par où on veut conduire l'eau d'une source, d'une riviere, &c.

*Fig.*18.

*Fig.*19. Nous trouvons ici un moyen facile de comparer entre eux les volumes de vif-argent & d'eau, quand ils sont de même poids, & de voir combien un volume de vif-argent pése de fois autant qu'un pareil volume d'eau. Car les colomnes de vif-argent E B & F B étant d'égale hauteur, sont en équilibre entre elles. C'est donc la petite colomne ou le cylindre de vif-argent D E, qui est en équilibre avec la colomne ou le cylindre d'eau C F. Or on démontre en Géométrie, que quand les cylindres ont leurs diamétres égaux, leurs volumes ou leurs masses sont entre eux comme leurs hauteurs

c'eſt-à-dire, que ſi la hauteur du cylindre d'eau F C eſt quatorze fois auſſi grande que la hauteur du cylindre de vif-argent E D, le volume du cylindre d'eau F C eſt quatorze fois auſſi grand que le volume du vif-argent E D. Le cylindre de vif-argent E D péſe donc quatorze fois autant qu'un pareil volume d'eau, qui eſt F G. Pour voir ſi le cylindre F C eſt quatorze fois auſſi haut que le cylindre de vif-argent E D, il faut ouvrir un compas de la diſtance E D, & ayant mis la ligne E F exactement au niveau, voir ſi on peut appliquer quatorze fois cette ouverture ſur la colomne d'eau F C. PLANCHE 2.

Toutes les eaux n'étant pas d'égal poids en pareil volume, & de même tous les vif-argents : je ſuppoſe, comme on prétend l'avoir ſouvent remarqué, que cette colomne d'eau eſt quatorze fois auſſi haute que celle de vif-argent qui la contre-balance. Quoiqu'il en ſoit, il paroît que ces volumes ſont entre eux en rapport réciproque des peſanteurs, c'eſt-à-dire, que

la colomne d'eau C F,
eſt à la colomne de
vif-argent D E
comme la peſanteur de la

colomne de vif-argent D E, eſt à la peſanteur d'une pareille colomne d'eau G F.

Fig. 19.

La peſanteur rélative que perd un corps plongé dans un fluide, eſt donnée à ce fluide.

EXPE'RIENCE IV.

PRE'PARATION.

PLANCHE 3. Fig. 13. E F eſt un vaiſſeau plein d'eau. G eſt un poids de plomb attaché à un bras de balance, & en équilibre contre le poids qui eſt en H, ſoutenu par l'autre bras de cette balance.

Fig. 1. C D eſt un gobelet plein d'eau, & en équilibre dans une balance contre le poids M.

Effets.

Fig. 13. 1. E F étant ſur le bord d'une table, & avec une main ſoutenant la balance en I, de maniere que H & G ſoient à niveau; ſi on deſcend le tout, en plongeant G dans l'eau, alors l'équilibre ceſſe, & H devient plus peſant.

Fig. 1. 2. Après avoir poſé la balance M C ſur une table, & ſoutenant un poids de

de plomb A par le filet B dans l'eau du gobelet C D ſans qu'il touche au fond, ſi on éleve la balance, l'équilibre n'y ſera plus, & le gobelet C D ſera devenu plus peſant. PLANCHE 3.

EXPLICATION.

Lorſque le poids G eſt plongé dans l'eau, il occupe une place, laquelle ſeroit occupée par un pareil volume d'eau. Ce volume d'eau ſeroit ſoutenu par l'eau qui l'environne. L'effort que cette eau environnante feroit pour ſoutenir ce volume d'eau, eſt employé à agir contre la peſanteur du poids G, & à le ſoutenir. C'eſt pour cela que la peſanteur du poids G eſt diminuée de la valeur du poids d'un pareil volume d'eau. *Fig.* 1.

Le poids A entrant entierement dans l'eau, il fait monter cette eau dans le vaiſſeau C D à proportion; & pour cela il faut qu'il preſſe de même que ſi en ſa place il y avoit un volume d'eau égal au ſien. C'eſt pour cela que la peſanteur de ce vaiſſeau C D, & de l'eau qu'il contient, eſt augmentée de la peſanteur d'un volume d'eau égal à celui du poids A. *Fig.* 1.

PLANCHE 3. Fig. 1.

Les corps plus pesans qu'une égale masse d'eau ; par exemple, les pierres, les métaux, &c. y étant plongés, quoique d'égale pesanteur entre eux, y sont plus ou moins soutenus, à cause de leurs grandeurs différentes. Par cette réflexion on peut connoître quel est le rapport de la pesanteur de chacun de ces corps à celle d'un pareil volume d'eau, c'est-à-dire, combien ces corps pésent de fois autant qu'un égal volume d'eau ; on peut même comparer entre elles les différentes pesanteurs de ces corps, lorsque leurs masses sont égales, parce qu'ils auront une mesure commune ; sçavoir, la pesanteur du volume d'eau qui leur correspondra.

Voici des exemples. Mais comme les eaux de différens pays ne sont pas de même pesanteur en égal volume, je ferai une supposition. Ayant attaché une masse d'or au plat d'une petite balance par le moyen d'un fil, & ayant mis dans l'autre plat des poids pour faire équilibre dans l'air ; après avoir plongé dans l'eau cette masse d'or ainsi attachée, je suppose qu'il faut ôter un dix-huitiéme de ces poids pour en conserver l'équilibre, je dis

que cet or pesera dix-huit fois autant qu'un égal volume d'eau, c'est-à-dire, que la pesanteur de l'or est à la pesanteur d'un pareil volume d'eau, comme dix-huit à un. Et comme je sçai combien de grains, ou de dragmes, &c. pése ce dix-huitiéme, je connoîtrai en même temps combien pése ce volume d'eau. Au lieu d'or, si je plonge de même une masse de plomb dans l'eau; & pour y conserver l'équilibre, si j'ôte une onziéme partie des poids, je dis que cette masse de plomb pése onze fois autant qu'un pareil volume d'eau; & enfin que la pesanteur de l'or est à la pesanteur du plomb en pareil volume, comme dix-huit à onze, & de même des autres corps plus pesans que l'eau. PLANCHE 3.

On peut même par cette voye connoître si une piece d'or est fausse, ou si cette piece ou autre ouvrage d'or est mêlée avec d'autres métaux; car en la plongeant de même dans l'eau, s'il faut ôter davantage qu'un dix-huitiéme des poids pour conserver l'équilibre, s'il faut ôter, par exemple, un dixiéme, un douziéme, un quinziéme, &c. cette piece sera fausse, ou elle contiendra trop d'autres métaux

PLANCHE 7.

joints à l'or, parce que les autres métaux qui ſont de même peſanteur que l'or ont plus de volume; alors ils occupent plus de place dans l'eau, & en ſont plus fortement ſoutenus.

Les corps fluides & les corps durs qui y flottent, ont un équilibre entr'eux.

EXPE'RIENCE V.

PRE'PARATION.

Fig. 1. A B eſt un pot; E D eſt un autre pot * qui laiſſe au tour de ſoi un intervalle I K * *. Suppoſé que le pot E D péſe environ deux livres, il y faut encore ajoûter le poids de deux livres à ſon fond E N, & mettre de l'eau dans le pot A B; de ſorte qu'en flottant, les ouvertures C D, F B, & la regle de bois G H ſoient dans la même ligne F B.

Effets.

Si on ajoûte, par exemple, huit onces d'eau dans l'eſpace I K, le pot E D peſant quatre livres, s'élevera preſque d'un pouce.

* Par exemple, de 4. pouces de diam. & de 10. pouces de haut.

** D'environ 1. pouce.

EXPLICATION. PLANCHE 7.

Un corps dur étant en équilibre avec un autre, un petit poids ajoûté d'une part en peut faire mouvoir un plus pesant *. Nous remarquons ici un pareil effet dans les corps fluides. Puisqu'un poids de huit onces en éleve un autre qui est huit fois aussi pesant, & même davantage; par cette expérience, nous voyons aussi dans les rivieres qu'on rend navigables, que, pour élever les bateaux avec leurs charges, afin de les faire monter contre le cours de l'eau, & de les faire passer d'un endroit bas dans un plus élevé, il suffit d'employer dans le bassin du canal un poids d'eau beaucoup moindre que celui de ces bateaux & de leurs charges, puisqu'il n'y a qu'à augmenter la hauteur des colomnes d'eau.

Un corps dur, par exemple, F H *Fig.* 22 plus léger qu'un égal volume d'eau, étant plongé dans l'eau, considérons cette eau comme divisée en deux colomnes A E, E B, qui sont de même pesanteur. Dans la colomne E B, ce corps s'est plongé jusqu'en F B, & le

* Principes de Méchanique, art. 10. p. 13.

PLANCHE 7.

volume d'eau égal à la partie F B, a monté en A F. Alors le volume d'eau A F, & le poids F H ſont de même peſanteur, ainſi que les colomnes d'eau C F, & D F le ſont entr'elles. Ce corps F H, eſt élevé de la quantité de B G au-deſſus du niveau A B de l'eau, parce que ſon volume eſt plus grand que le volume d'eau A F d'égal poids. Si le volume de ce corps F H étoit égal au volume d'eau A F, & de même poids, l'extremité G H ſeroit dans la ligne de niveau A B, ou bien ce corps demeureroit dans l'eau, en quelqu'endroit qu'on le mît; mais s'il étoit plus peſant que ſon égal volume d'eau, il tomberoit au fond, parce que la colomne d'eau F D, où il ſe trouveroit, ſeroit plus peſante que la colomne A E.

Fig. 2.

Une groſſe poutre de bois fort peſante, nage vers la ſurface de l'eau de la riviere, pendant qu'une petite pierre, beaucoup plus légere que cette poutre, deſcend librement juſqu'au fond, parce que cette poutre eſt plus légere qu'une pareille maſſe d'eau, & la pierre eſt plus peſante que le volume d'eau dont elle occupe la place.

Fig. 1.

Le corps E D flottant dans l'eau,

eſt plus leger qu'un pareil volume d'eau ; il occupe la place K N, dans l'eau A M ; de maniere que ce corps E D, & le volume d'eau qui occupoit cette place K N, ſont de même poids, & ſeroient en équilibre. L'eau qui eſt ajoûtée en I K fait ceſſer le repos du corps E D, parce qu'alors les colomnes A K & P L devenant plus hautes, le poids E D occupe la place d'un plus grand volume d'eau que K N & ce poids E D devenant plus léger que le volume d'eau dont il occupe la place, eſt élevé. En augmentant le poids des colomnes d'eau, la preſſion de bas en haut contre la ſurface du fond E N eſt augmentée à proportion, & alors le poids E D monte juſqu'à ce qu'il occupe préciſément la place d'un volume d'eau de même poids. PLANCHE 7.

On voit ici que les colomnes de liqueur chargent & preſſent le fond de leurs vaiſſeaux, à proportion de leurs hauteurs. Car plus une colomne de liqueur eſt haute, plus il y a de parties peſantes poſées ſur la même baſe, ou ſur le même fond ; & alors plus la baſe eſt large, plus cette preſſion ou peſanteur a d'étenduë.

PLANCHE 7. Il y a une remarque importante à faire sur cette pression du corps fluide, c'est que le fond du vaisseau qui en est plein, est toûjours chargé de même que si le vaisseau étoit dans toute sa hauteur d'un diametre égal à celui du fond. Par éxemple, le fond A C des vaisseaux A B pleins d'eau, est chargé préciſément de même que si ces vaisseaux étoient de la figure A C E D.

Fig. 3. 4. & 5.

Dans les deux premieres figures, il est évident que les côtés du vaisseau, par exemple, C B, &c. comme plans inclinés soutiennent une partie de la liqueur. Le troisiéme exemple mérite un peu plus d'attention.

PLANCHE 3. *Fig.* 4. Soit le vaisseau A B C D, dont le fond A B est beaucoup plus grand que l'ouverture D C. Si on remplit d'eau ce vaisseau A C, l'eau pressera le fond A B aussi fortement que si le vaisseau A B C D avoit la figure A B H M, & que si une colomne d'eau A H étoit appuyée sur le fond A B. Car si on considére l'eau contenuë dans le vaisseau A B C D comme divisée en colomnes d'égal diametre, dont C E & G L en soient deux, il est évident qu'au lieu de la pesanteur d'une colomne d'eau C S G N, si on met la

réſiſtance de la partie S G du vaiſſeau pour la joindre à la peſanteur de la colomne d'eau L G, ces deux forces priſes enſemble, feront équilibre avec la colomne d'eau C E. Alors la partie E F du fond A B ſouffrira la même preſſion que ſi E N étoit une colomne d'eau qui y fut appuyée. Puiſque la colomne d'eau E F G S C I preſſe ſur E F auſſi fortement que ſi c'étoit une colomne d'eau totale E N, la réſiſtance de la partie G Q du vaiſſeau A B C D, & la peſanteur de la colomne d'eau F Q, feront équilibre contre la preſſion de la colomne E F G S C I; de même que ſi au lieu de la colomne F Q, & de la réſiſtance de la partie G Q, la partie F B étoit chargée de la colomne entiere F H. La partie E B du fond A B eſt donc preſſée de même que ſi une colomne d'eau E H étoit appuyée deſſus. Par la même raiſon l'autre partie E A du fond eſt preſſée avec la même force que ſi elle étoit chargée de la colomne d'eau M E. Parce que les réſiſtances des parties T V & S G Q ſont égales à la peſanteur des volumes d'eau M V T D, & C S Q H, il eſt donc évident que ſi la colomne d'eau E C péſe deux livres, la partie

PLANCHE 3.

PLANCHE 3. *Fig.* 4.

E F du fond A B ſera preſſée comme par le poids de quatre livres ; la partie E B comme par le poids de huit livres ; tout le fond A B, comme par le poids de ſeize livres, quand même toute l'eau du vaiſſeau A B C D n'auroit la peſanteur que de ſix livres.

Les fluides pouſſés par un canal étroit & retenus dans un eſpace plus étendu font un grand effort pour dilater cet eſpace.

EXPE'RIENCE VI.

PRE'PARATION.

Fig. 2.

Le tuyau A B (1) étant ouvert par quatre endroits, j'ai fait ſouder à ces ouvertures quatre petits tuyaux H, L, B, &c. (2) Au bout du petit tuyau G H, j'en ai fait ſouder un autre (3), & de même à chacun des trois autres. Enſuite j'ai moüillé d'eau commune quatre veſſies, & ayant fait entrer l'extremité C dans l'ouverture

(1) De 15. ou 16. pouces de long, & de 2. lign. de diam.

(2) Les 2. prem. à 2. pouces de diſtance des 2. dern. & chacun long de 2. pouces.

(3) De 8. lign. de diam. & de 10. lig. de long.

d'une de ces veſſies, j'ai lié cette ouverture avec de la fiſſelle, & de même à GF, à D, & à E. PLANCHE 3.

Effets.

Après avoir poſé ſur ces veſſies la piéce de bois G H, & ſur cette piéce de bois ayant mis les poids L, M, &c. qui faſſent environ 60. 80. ou 100. livres, un peu plus ou moins, il n'importe, ſi on ſouffle en A, l'air qui entre par le tuyau A B, & par ſes quatre branches dans les veſſies C, D, E, F, fait élever les poids L, M, &c. de pluſieurs pouces de haut. *Fig.* 3.

EXPLICATION.

Cette expérience montre l'effort ſurprenant que les corps fluides font pour dilater des grandes cavités, lorſqu'ils y ſont pouſſez par de petits canaux, & que ces efforts ſont proportionnés à la petiteſſe du diametre de ces canaux & à la grandeur de ces cavités. Pluſieurs Sçavans en ont propoſé des explications, dont la plûpart ſont embarraſſantes, & ſouvent imparfaites. Je conſidére ſeulement les parties d'air ſoufflées par le tuyau A B, comme s'inſinuant entre les parties de l'autre air enfermé dans ces veſſies,

PLANCHE 3.

& y agiſſant comme autant de petits coins qui les écartent de toutes parts.

Fig. 3.

La multitude de ces parties d'air ainſi ſoufflées, ſe diviſe dès l'entrée des veſſies; c'eſt ce qui forme un grand nombre de petites forces ſéparées, leſquelles agiſſent en même-temps; d'où il naît un effort total qui eſt fort conſidérable. Plus il y a de veſſies, ou plus elles ſont grandes, plus il y a de diviſion de ces parties d'air ſoufflé, & alors plus il y a de parties d'air en action. Plus ce filet d'air qui eſt ſoufflé par le tuyau eſt petit, plus il imite le coin mince & aiguiſé, qui diviſe ſi puiſſamment des corps dont le tiſſu rendoit les parties preſqu'inſéparables *. Ainſi le diametre du tuyau étant encore plus petit que celui que je propoſe pour exemple, & plus les veſſies ou cavités dans leſquelles on ſoufflera ſeront grandes, ou en plus grand nombre, plus auſſi la dilatation ſera forte. La force qui fait enfler la veſſie, peut ſoulever un ou pluſieurs poids conſidérables, juſqu'à ce qu'enfin elle ſe trouve en équilibre contre la peſanteur de ces poids, & contre la réſiſtance du reſſort de la veſſie.

* Principes de Méchanique, art. 9. p. 11.

Cette expérience peut avoir des applications fort utiles, pour expliquer un grand nombre d'effets. En voici des exemples. Les mouvemens de notre corps dépendent du racourciſſement & de l'allongement des fibres charnuës des muſcles. C'eſt un fait certain, quoique la cauſe prochaine de ces deux états ne ſoit pas encore bien connuë. Pour imiter cette fonction naturelle du corps animé, au lieu d'arranger des veſſies dans la ſituation repréſentée par la figure 3. j'en ai attaché l'une au bout de l'autre en B, C, &c. En C, par éxemple; j'ai lié les deux ouvertures de deux veſſies ſur les deux bouts du petit bois A percé d'un bout à l'autre; j'ai ſuſpendu l'extrémité B à un point fixe, & en D j'ai attaché un poids de 10. ou 12. livres, que j'ai enſuite élevé facilement en ſoufflant par le petit canal FB. PLANCHE 3. *Fig. 5.*

B repréſente la tête du muſcle qui eſt ordinairement fixe. D repréſente la queuë du muſcle qui eſt mobile. La diſtance B D repréſente le corps ou la partie charnuë compoſée de fibres creuſes, qui s'enflent & ſe gonflent pendant le racourciſſement du muſcle. La ligature C repréſente des eſpe-

PLANCHE 3. Fig. 5.

ces d'anneaux, qui rendent le gonflement plus égal dans l'étenduë du muscle. Enfin le poids D représente l'osſement ou autre partie qui est fortement attirée pendant le gonflement de toutes les fibres qui composent le corps du muscle. Si je me servois de trois vessies, de quatre, &c. je pourrois élever des poids encore beaucoup plus pesans.

Le 26. de Juin 1702. un nommé le Cocq, âgé de 30. ans ou environ, étant mort subitement, c'est-à-dire, un quart d'heure ou demi-heure après avoir été saisi d'un étourdissement, & être tombé en défaillance à Paris au Collége du Plessis, je fus présent à l'ouverture qui en fut faite, & principalement de la tête, vingt-quatre heures après cette mort subite. Dans le ventricule gauche antérieur supérieur du cerveau, il se trouva une quantité considérable de sang caillé nouvellement extravasé, qui à peine pouvoit être contenu dans cette cavité. Les membranes de quelque petit vaisseau sanguin ayant été rompuës, aussitôt le sang avoit coulé d'un petit canal dans un espace beaucoup plus grand; ce qui avoit causé une dilatation & une compression très-

forte ſur toute la ſurface intérieure de cette cavité. Alors la ſubſtance du cerveau fut preſſée ſi violemment, que non ſeulement le cours du ſang fut interrompu, mais auſſi le cours des eſprits animaux fut arrêté; ce qui fit ceſſer le mouvement dans toutes les parties du corps, & la mort en fut une ſuite néceſſaire. Il arriva à peu près la même choſe que quand on fait mourir des pigeons, en ne faiſant que leur comprimer le deſſus & le deſſous de la tête, la mettant entre le pouce & le doigt indice. PLANCHE 3.

Quelque-temps après, un nommé Morliere, âgé de 45. à 50. ans, Valet-de-Chambre de M. le Comte de Matignon, à Paris au Collége d'Harcourt, mourut ſubitement, après avoir paſſé d'une ſanté parfaite à une aliénation d'eſprit, accompagnée d'une foibleſſe languiſſante: ce qui dura environ huit à dix heures au plus. L'ouverture en fut faite. Il ſe trouva beaucoup de ſang extravaſé dans le cerveau, j'en remarquai en deux endroits; ainſi les cauſes de ces deux appoplexies, & de la plûpart des autres, paroiſſent démontrées par l'expérience préſente.

Ces éxemples nous avertiſſent que ſouvent une légere cauſe, ſans que nous y penſions, & même dans un moment, peut nous faire paſſer d'un état de peu de durée & changeant, dans un éternel & immuable, auquel on ne peut trop penſer, & que nous devons toûjours y être préparé, & tacher de vivre de la maniere que nous voudrions avoir vécû lors de cet inſtant terrible.

Plus les parties de différentes liqueurs mêlées, ſont petites, plus il y a de frottement entr'elles.

EXPE'RIENCE VII.

PRE'PARATION.

Fig. 5. A B eſt un gobelet de verre plein d'eau commune; C D eſt une bouteille dont l'ouverture E eſt ou petite, * ou retrécie avec du ciment. C F eſt un morceau de plomb collé avec du ciment au fond de la bouteille, pour la retenir par ſa peſanteur au fond du gobelet plein d'eau. G eſt un petit entonnoir, avec lequel il fau-

Fig. 6.

* D'environ 2. lign. de diam.

dra

dra mettre du vin rouge dans la bouteille C D. PLANCHE 4.

Fig. 5.

Effets.

1. La bouteille C E étant seulement pleine d'air, & plongée au fond du gobelet A B plein d'eau, alors cet air, quoique plus léger que l'eau, ne sort pas de la bouteille pour monter vers le haut, & il n'entre point d'eau dans la bouteille.

2. Cette bouteille étant retirée & emplie de vin rouge, si elle est rémise sur le fond du gobelet, aussi-tôt le vin sort par l'ouverture E, perce l'eau, monte en forme de filet de fumée vers la surface, & on apperçoit au fond C F l'eau qui prend la place du vin.

3. Ce vin demeure sur la surface de l'eau sans s'y mêler, quoiqu'ordinairement quand on verse de l'eau parmi du vin, il ne s'en sépare point, & le tout paroît de la couleur du vin.

EXPLICATION.

Voyons comment le vin plus léger que l'eau la perce pour monter en

PLANCHE 4. *Fig. 5.*

haut, quoiqu'il ne ſemble pas que l'eau pouſſe la colomne du vin par-deſſous pour la ſoulever, puiſque le verre de la petite bouteille paroît en empêcher.

Quand l'air eſt dans la petite bouteille, ſes parties en étant fort petites; elles ſont fort proches l'une de l'autre, & s'appliquent contre la ſurface intérieure de la bouteille, ſi près, que les parties d'eau beaucoup plus groſſieres, ne peuvent, comme autant de petits coins, s'inſinuer pour deſcendre dans la bouteille, ni même s'avancer entre la ſurface de cette bouteille, & ces parties d'air pour les déplacer. Mais les parties du vin beaucoup plus groſſieres que celles de l'air, à cauſe de leur figure, approchant de la rondeur, laiſſent gliſſer les parties d'eau, leſquelles par leur poids s'inſinuent entre le verre & les parties du vin, les déplacent & les élevent, parce qu'elles ſont plus légeres que celles de l'eau.

Ces parties du vin ne ſe mêlent point en paſſant ainſi au travers de l'eau, parce qu'étant proches l'une de l'autre, elles préſentent une moindre ſurface à l'eau qui les environne, & forment une maſſe dont l'excès de légereté, par-deſſus un pareil volume

d'eau, eſt capable de ſurmonter la réſiſtance & le frottement des parties de l'eau. Mais quand on verſe bruſquement du vin & de l'eau l'un parmi l'autre, alors les parties du vin ſe diviſent en d'autres parties beaucoup plus petites, qui ſe répandent en même-temps parmi celles de l'eau. Ces petites parties de vin ainſi répanduës, n'ont point un excès de légereté aſſez conſidérable par-deſſus celles de l'eau pour la fendre & la diviſer ; elles ſe trouvent en différens endroits retenuës par la réſiſtance, & par le frottement des parties d'eau qu'il faudroit déplacer. Parce que les petites parties du vin étant ſéparées l'une de l'autre, ont chacune beaucoup plus de ſurface par rapport à leurs maſſes, que ſi elles étoient jointes pluſieurs enſemble. Ces petites parties de vin ne ſe trouvant donc embarraſſées parmi les parties de l'eau, qu'à cauſe du frottement de leurs ſurfaces, il ſuit néceſſairement que plus les parties du vin ſont diviſées, plus elles ont de ſurfaces, plus de frottement, plus d'embarras, & plus de diſpoſition à ſe mêler & à demeurer parmi les parties d'eau qui ſont plus peſantes. C'eſt ce qui fait que

PLANCHE 4.

PLANCHE 4. Fig. 5. l'eau paroît rouge, à cauſe d'une multitude de petites parties de vin qui ſont répanduës parmi les parties de l'eau.

Ayant mis un morceau de papier, ou quelqu'autre corps léger à flotter ſur l'eau dans un verre, ſi on verſe doucement du vin rouge ſur ce papier, ce vin nage ſur l'eau ſans ſe mêler, à cauſe de ſa légereté.

PLANCHE 3. Fig. 6. Cette expérience peut être faite autrement & avoir la même explication. Les deux petits vaſes de verre A B & C D ont une communication de l'un à l'autre. *

Si on remplit de vin rouge le bas, & ſi on verſe de l'eau commune deſſus ce vin, alors le vin monte vers C D, & en même temps l'eau deſcend ſans ſe mêler avec le vin.

Ayant rempli d'eau commune le bas A B, ſi on met deſſus cette eau du vinaigre rouge afin de le voir mieux, ce vinaigre étant * * plus peſant que l'eau, deſcend au travers de l'eau, & l'eau monte.

PLANCHE 4. Fig. 8. On peut encore ſe ſervir d'une bouteille I L, dont l'ouverture I ſoit re-

* De 2. lign. de diam. * * Exp. 3.

trécie par le moyen du ciment s'il étoit néceſſaire. * PLANCHE 4.

Ayant rempli d'eau cette bouteille, & enſuite l'ayant renverſée, l'eau n'en tombe point; mais ſi on plonge ſon ouverture I dans un verre plein de vin rouge, cette eau deſcend; & le vin monte dans ſa place en forme de fumée.

On a voulu douter que dans cette derniere ſituation, l'air ſoutînt l'eau par ſa preſſion. Parce que ſi cet air preſſoit de bas en haut, il perceroit l'eau pour monter vers le haut de la bouteille, puiſque le vin, liqueur beaucoup plus groſſiere que l'air, produit cet effet. Mais je viens de prévenir cette difficulté, en eſſayant d'expliquer ce qui arrive par la premiere voye.

Si on ſe ſert de vin rouge fort groſſier, quelquefois cette expérience ne réüſſit pas, parce qu'alors il eſt de même peſanteur que l'eau.

* Afin que cette ouverture ait moins que 4. lign. de diam.

PLANCHE 3.

Pesanteur de l'air comparée à celle du vif-argent.

EXPE'RIENCE VIII.

PRE'PARATION.

Fig. 14. A B est un tuyau de verre * fermé exactement à son extrémité B. On le peut fermer, ou en la faisant fondre; ou avec un peu de vessie, ou avec du ciment, & y former un anneau pour l'explication suivante.

Ayant renversé ce tuyau A B, & avec un petit entonnoir de verre ou un cornet de papier l'ayant presque rempli de vif-argent, excepté un petit espace en A, il faut poser fortement le bout du doigt à cette ouverture A, & renverser encore ce tuyau, afin de laisser couler d'un bout à l'autre l'air qui étoit demeuré dans l'espace A. L'air étant ainsi allé & venu, aura emporté d'autres petites bulles d'air qui étoient restées entre le verre & le vif-argent, & qui n'avoient pû se déga-

* De 3. ou 4. pieds de long, & de 4. lignes de diam. ou environ.

ger à cauſe du frottement. L'extrémité B étant en bas, on acheve d'emplir le tuyau A B avec du vif-argent, & on rapplique l'extrémité du doigt à l'ouverture A, pour retenir le vif-argent, & la placer dans le vaiſſeau D F qui contient déja d'autre vif-argent. PLANCHE 3.

Effets.

1. Alors une partie du vif-argent contenu dans le tuyau A B deſcend dans le vaiſſeau D F, le reſte demeure ſoutenu depuis A juſqu'en C; & cette colomne de vif-argent depuis la ſurface de celui du vaiſſeau D F juſqu'au point C, eſt ordinairement de 27. pouces & demi de hauteur, ou environ.

2. Si on incline le tuyau A B, la colomne de vif-argent devient plus longue, & même remplit tout le tuyau A B. *Fig.* 15.

3. Quand on retire ce tuyau A B hors du vif-argent du vaiſſeau D F, la colomne de vif-argent A C eſt pouſſée fortement vers le haut en B, & elle y demeure pendant qu'il en tombe, & juſqu'à ce qu'elle ſoit toute deſcenduë peu à peu dans le vaiſſeau D F. *Fig.* 14.

PLANCHE 3.

EXPLICATION.

Fig. 14. Cette expérience a été une des premieres qui a paru être un effet de la pesanteur de l'air. L'air qui presse sur la surface du vif-argent du vaisseau D F, est considéré comme divisé en plusieurs colomnes d'un diametre égal à celui du tuyau A B, qui s'étendent depuis cette surface, jusqu'à l'extrémité de l'air grossier. Ces colomnes d'air étant d'égale hauteur, & leurs diametres étant égaux, elles compriment également la surface du vif-argent qui est en D F, & sont en équilibre l'une avec l'autre. Le tuyau A B occupant la place d'une de ces colomnes d'air, & ayant plus de 28. pouces de hauteur, alors la colomne de vif-argent qui y est contenuë, étant plus pesante que la colomne d'air dont elle occupe la place, surmonte la résistance de la colomne d'air extérieure qui lui correspond & descend jusqu'à ce qu'elle ait seulement la hauteur de 27. pouces & demi ou environ; parce qu'alors cette colomne de vif-argent devient de même pesanteur que la colomne d'air de pareil diametre, qui s'étend depuis la surface du vif-argent du

du vaiſſeau D F, juſqu'à l'extrémité de l'air groſſier, imitant l'eau du ſiphon renverſé (1). PLANCHE 3.

Lorſqu'on incline le tuyau A B, la colomne de vif-argent devient plus longue que de 27 pouces & demi, quoique ce ſoit toujours la même colomne d'air qui agit avec la même force pour ſoutenir la colomne de vif-argent du tuyau A B. Car la ſurface intérieure du tuyau A B, eſt un plan incliné qui ſoutient une partie de la colomne de vif-argent, & qui en ſoutient d'autant plus que le tuyau A B eſt incliné (2). *Fig.* 15.

En retirant le tuyau A B, de maniere que ſon extrémité A ſorte du vif-argent, auſſi-tôt la colomne du vif-argent A C eſt chaſſée impétueuſement, & ſoutenuë vers B, pendant qu'elle tombe peu à peu. Parce qu'en retirant le tuyau A B du vaiſſeau D F, une petite portion de la colomne de vif-argent A C reſte dans le vaiſſeau D F à cauſe de ſa fluidité. Alors la colomne de vif-argent A C devient plus courte, & par ce moyen plus légere que la colomne d'air qui faiſoit auparavant équilibre contre elle. C'eſt *Fig.* 14.

(1) Pag. 42. (2) Principes de Méchan. p. 6.

PLANCHE 3. *Fig.* 14.

pour cela que cette colomne de vif-argent eſt repouſſée vers le haut du tuyau B, par la colomne d'air E F A, qui eſt devenuë plus peſante.

Enfin il ſemble que ſi la colomne d'air ſoutenoit la colomne de vif-argent A C, lorſque le bout A du tuyau eſt plongé dans d'autre vif-argent, cette même colomne d'air devroit toujours ſoutenir cette colomne de vif-argent, quoique l'extrémité A ne fût plus plongée dans ce vif-argent. Mais cette colomne de vif-argent ceſſe d'être ſoutenuë, parce que ſa ſurface inférieure ſe trouve inégale; & à cauſe de cette inégalité, la colomne totale de vif-argent étant par ce moyen compoſée de petites colomnes, dont les hauteurs ſont inégales, les plus courtes cédent à la preſſion de l'air de bas en haut; de même que nous verrons dans les ſciphons dont les branches ſont d'inégale longueur. Et alors l'air s'inſinuë par l'endroit où eſt la colomne la plus courte pour monter vers le haut, & en même temps le vif-argent de la colomne plus longue deſcend. Cette explication ſe trouvera encore confirmée par une expérience ſuivante d'un vaiſſeau renverſé qui de-

meurera plein d'eau, quoiqu'il n'y ait qu'un papier appliqué à ſon ouverture qui rendra la ſurface de cette eau applanie. PLANCHE 3. *Fig.* 14.

Cette expérience ayant été faite ſur une haute montagne, ou ſur une tour d'Egliſe fort élevée, la colomne de vif-argent ſoutenuë eſt devenuë plus courte que dans la plaine ou au bas de cette tour. Parce que la colomne d'air qui preſſoit ſur le vaiſſeau D F, & qui s'étendoit depuis la ſurface de ce lieu élevé juſqu'à l'extrémité de l'air groſſier, étoit plus courte, & par conſéquent plus légere. L'expérience étant faite dans un lieu bas, la colomne de vif-argent devient plus haute, parce que la colomne d'air étant alors plus longue, elle eſt plus peſante & preſſe davantage.

Auſſitôt que la découverte du reſſort & de la peſanteur de l'air fut répanduë parmi les Sçavans, pluſieurs y oppoſerent leurs réflexions & leur induſtrie, pendant que d'autres s'appliquoient à chercher de nouvelles preuves pour la défenſe de ces deux célébres propriétés, & pour s'en aſſurer encore davantage. Quand les gens de lettres agiſſent de bonne foi,

PLANCHE 3. Fig. 14.

ſans envie, ſans paſſion, & lorſque le ſeul déſir de connoître la vérité les anime, il eſt bon qu'il y ait quelque oppoſition, & il n'eſt pas même inutile que quelques-uns ſoutiennent des paradoxes. C'eſt un moyen certain pour avancer le progrès des ſciences.

Les Anciens n'acceptent pas volontiers la doctrine des Nouveaux. Il s'en trouva un qui crut avoir détruit la découverte du poids de l'air. Prenez, diſoit-il, le tuyau A C, mettez-le en équilibre avec le plat de balance E, détachez ce tuyau du crochet A, & l'empliſſez de vif-argent pour le renverſer & en plonger le bout dans d'autre vif-argent du vaiſſeau C F, rattachez le bout A de ce tuyau à la balance; alors la peſanteur du tuyau A C ſera augmentée de celle du vif-argent C B. Ce qui paroît par les nouveaux poids qu'on peut ajouter en E. La colomne d'air ne ſemble donc pas ſoutenir cette colomne de vif-argent, ce ſont plûtôt les poids du plat E.

Fig. 16.

Cette objection ayant été examinée, a été reconnuë être une ſuite de la peſanteur de l'air. Quand le tuyau A C eſt vuide, une colomne d'air H

F D C agit au-dedans contre le fond A de ce tuyau, pour faire équilibre avec la colomne d'air A G qui preſſe au-dehors, & qui eſt étenduë depuis A juſqu'à l'extrémité de l'air groſſier. Occupons cette colomne d'air H F D C à ſoutenir la colomne du vif-argent B C de vingt-ſept pouces & demi de haut, il eſt évident que l'autre colomne d'air G A aura toujours ſa peſanteur au-dehors ſur l'extrémité A du tuyau, & fera équilibre contre les poids qui ſont en E. Cette colomne G A étant de même peſanteur que la colomne d'air H F D C, & cette colomne d'air H F D C étant de même peſanteur que la colomne du vif-argent C B, il eſt évident que les poids du plat E doivent être de même peſanteur que la colomne de vif-argent B C.

PLANCHE. 3. *Fig.* 16.

CONSE'QUENCES.

1. Puiſque (1) le vif-argent péſe autant qu'un volume d'eau quatorze fois auſſi grand, & qu'une colomne de vif-argent (2) de vingt-ſept pouces & demi de hauteur péſe autant qu'une

(1) Par l'exp. 3. p. 47. (2) Par l'exp. préſ.

PLANCHE 3. Fig. 16.

colomne d'air de pareil diamétre, qui s'étend depuis le bas de cette colomne de vif-argent, juſqu'à l'extrémité de l'air groſſier; il eſt évident qu'en prenant une colomne d'eau de même diamétre que celle du vif-argent, laquelle ait 14 fois la hauteur de 27 pouces & demi, c'eſt-à-dire, 385 pouces qui valent 32 pieds de haut, on aura une colomne d'eau auſſi peſante qu'une colomne d'air qui ſeroit de même diamétre, & qui ſeroit auſſi haute que l'air groſſier.

2. Puiſque par l'obſervation des Barométres, cette colomne de vif-argent eſt quelquefois un peu moins haute que de 27 pouces & demi, & quelquefois un peu plus haute; il eſt évident qu'à proportion la colomne d'eau de même poids que la colomne d'air doit être alors un peu moins ou un peu plus haute que de 32 pieds.

3. On ne peut faire bien exactement cette expérience avec de l'eau en ſe ſervant d'un long tuyau qui ait plus que 32 pieds de haut. Parceque, comme on verra dans des expériences ſuivantes, il y a beaucoup de petites parties d'air diſperſées entre les parties d'eau qui ſe dégageroient, & qui étant montées

vers le haut du tuyau y occuperoient une place & rendroient la colomne d'eau moins longue qu'elle ne devroit être suivant notre supputation. PLANCHE 3. Fig. 16.

La pluye & le beau temps sont ordinairement précédés de marques qui les prédisent, principalement en Eté.

EXPE'RIENCE IX.

PRE'PARATION.

Il faut conserver pendant long-temps la colomne de vif-argent de l'expérience précédente, soutenuë par l'air. Fig. 14.

Effets.

1. Cette colomne de vif-argent n'est pas toujours de la même hauteur. Quelquefois elle est de la hauteur de 26 pouces un quart, de 27 pouces, de 27 pouces & demi, ou de 27 pouces trois quarts, &c. d'autres fois même elle est un peu plus courte, ou un peu plus longue. J'ai remarqué envi-

PLANCHE 3. ron 2 pouces entre sa moindre & sa plus grande hauteur.

Fig. 14. 2. Cette colomne de vif-argent devenant plus haute, ordinairement le temps devient beau & calme; si elle devient plus basse ou plus courte, ordinairement le temps est pluvienx, l'air chargé de nuages, ou venteux, ou orageux, &c.

EXPLICATION.

A ces observations est dûë l'invention des instrumens qui servent à prédire la pluye ou le beau temps, appellés *Barométres*. Il y en a deux sortes, l'un simple, & l'autre composé.

Fig. 17. Le Barométre simple A B C D E est un tuyau fermé en A, courbé en C D E, & ouvert en F. Cette courbure C D E tient lieu du vaisseau D F de la figure 14. Les deux colomnes C D & E D sont en équilibre entre elles; c'est donc la colomne de vif-argent C B qui est en équilibre avec la colomne d'air qui agit par l'ouverture F sur le vif-argent.

Pour remplir de vif-argent ce tuyau A C D E, il faut se servir d'un entonnoir de papier ou petit cornet,

pour introduire du vif-argent dans l'ouverture F ; enſuite ayant appliqué le pouce ſur l'ouverture F, renverſer ou incliner ce tuyau vers C B A, l'agiter doucement, & lorſqu'il eſt plein, mettre D en bas & A en haut. PLANCHE 3. Fig. 17.

Sur du papier ou ſur du cuivre ayant diviſé en lignes environ la longueur de deux pouces, je marque le temps changeant à 27 pouces & 3 lignes, les autres temps à 3 lignes & demie de diſtance en montant & en deſcendant. En plaçant le papier D E, il eſt difficile de déterminer le point fixe du temps changeant. Car on ne ſçait pas bien s'il doit être au milieu de l'eſpace qui eſt entre la plus haute élevation, & la plus baſſe deſcente de l'extrémité C. On croit que ce milieu eſt à 27 pouces & demi. Le papier D E eſt à environ 26 pouces depuis le vif-argent A juſqu'à B. PLANCHE 7. Fig. 6.

L'air faiſant mouvoir en même temps les extrémités A & C, il eſt difficile de voir exactement ſur le papier D E de combien de pouces, &c. l'extrémité C eſt au-deſſus de A. Pour y remédier, on a formé une bouteille en A, ronde & longue, ou cylindri-

PLANCHE 7. Fig. 6. que, (1) assez large pour que le vif-argent y monte ou descende beaucoup moins sensiblement que vers C, & qu'en s'élevant moins en A, il résiste moins à la descente de l'extrémité C. Et pour que les changemens de hauteur des colomnes de vif-argent d'un Barométre fussent précisément égaux à ceux d'un autre, il faudroit que le rapport du diamétre de la bouteille de l'un au diamétre de son tuyau, & le rapport du diamétre de la bouteille de l'autre au diamétre de son tuyau, fussent égaux.

PLANCHE 3. Fig. 14. L'expérience précédente servant de Barométre, il n'y auroit qu'à enfermer le gobelet de verre D F dans une boëte de bois, pour éviter la poussiere. Alors l'extrémité C baisseroit plus facilement au temps de pluye, que quand le tuyau est recourbé; parce que pendant cette descente le vif-argent ne montant pas si haut dans le vaisseau D F que dans le bas du tuyau recourbé, il ne s'opposeroit pas tant à la descente de celui qui est en C.

Fig. 17. Mais suivant l'expérience, il arrive le contraire de ce qu'on auroit crû;

(1) Par exemp. de 14. lig. de diam. ou davantage.

ſçavoir, que l'air paroiſſant fort chargé de nuages, de vapeurs, & de tout ce qui peut produire ou une pluye abondante, ou des vents, ou des tonnerres, &c. ſemble être plus léger; parce qu'alors la colomne de vif-argent a une moindre hauteur, ou eſt plus courte. Au contraire lorſque l'air paroît fort épuré de vapeurs, ſans aucun nuage, & diſpoſé au beau temps, il ſemble être plus peſant, & preſſer plus fortement ſur le vif-argent en E. Car la colomne C B de vif-argent devient plus haute. Il eſt difficile de concilier ces obſervations avec la peſanteur de l'air. PLANCHE 3. Fig. 17.

1. Il y en a qui ont crû que la pluye étant préſente ou prochaine, les vapeurs qui s'élevoient de la terre ſoulevoient l'air, & le rendoient plus léger.

C'eſt une erreur groſſiere; car les vapeurs montent en haut, ou, parce qu'elles y ſont entraînées par le vent, ou qu'elles ſont plus légeres qu'un pareil volume d'air qui les environne, de la même maniere que du ſable fort menu eſt élevé par une eau agitée, ou qu'une poutre de bois monte du fond de la riviere vers la ſurface de l'eau. Or le fond de la riviere qui ſoutient le

PLANCHE 3. Fig. 17.

poids de l'eau, & de ce qui y flotte, n'eſt pas moins chargé pendant que ces corps montent du fond vers la ſurface de l'eau, que quand ils ſont arrivés à l'endroit de leur repos. Au contraire, pendant que ce corps ou cette poutre montent, le fond eſt plus chargé, parce qu'alors l'excès de peſanteur d'un pareil volume d'eau par-deſſus le poids de cette poutre, agit non-ſeulement contre le poids de la poutre, mais auſſi contre le frottement & la réſiſtance que le fluide fait à ſa diviſion, & le fond eſt l'appui de tous ces efforts. Au lieu que cet excès de peſanteur d'un pareil volume d'eau n'agit plus que contre le ſeul poids de la poudre, quand elle eſt à ſon repos. De même la ſurface de la terre où eſt le vif-argent de notre expérience, n'eſt pas moins chargée pendant que les vapeurs montent.

2. D'autres croyent que pendant que l'eau tombe, il y a de l'air qui s'éleve pour prendre ſa place, & que cet air en s'élevant ceſſe de preſſer la ſurface de la terre, & ceſſe de ſoutenir une ſi grande colomne de vif-argent.

C'eſt une autre erreur; car les gout-

ges de pluye, même en tombant, sont toujours un peu soutenuës par l'air voisin, comme seroient soutenuës pareilles masses d'air, & même par leur accélération pendant leur chûte, elles pressent & pésent encore davantage sur l'air que si elles étoient en repos, & pressent d'autant plus fort que cette accélération devient grande, & que l'air résiste à sa division. Des pierres plongées dans l'eau, & tombant vers le fond d'une riviere, l'eau en montant pour prendre leur place pendant leur descente ne presse pas moins le fond. Au contraire nous avons vû (1) l'augmentation du poids des fluides lorsqu'on y plonge des corps durs. PLANCHE 3. Fig. 17.

3. D'autres ont dit, que pendant le temps de pluye l'air étoit plus chaud, & que la chaleur l'ayant plus dilaté il étoit plus léger. Car il est vrai-semblable que les nuës sont des vapeurs glacées en forme de frimats, qui ne peuvent être fonduës & dégouter en pluye, ou tomber en grêle, sans être frappées par un air devenu plus chaud; & en hyver pendant le grand froid la nége n'est pas abondante, c'est quand

(1) Exp. 4.

PLANCHE 3. le temps eſt devenu plus doux & un peu plus chaud.

Fig. 17. Mais l'expérience nous apprend que la chaleur répanduë dans l'air lui faiſant faire un plus grand effort pour ſe dilater, alors ſon reſſort agit avec plus de vigueur. Et comme tout le monde eſt plein, il s'enſuivroit que l'air échauffé preſſeroit davantage la ſurface de la terre, & empêcheroit notre vif-argent de deſcendre; & d'ailleurs la pluye, dont le verglas eſt formé, ne paroît pas venir d'un air échauffé.

Il ſemble qu'en Eté l'air étant plus chaud qu'en hyver, ſon reſſort devroit preſſer davantage le vif-argent, & le faire monter plus haut dans le Barométre. Mais il faut remarquer, que pendant que l'été eſt d'un côté de la terre, l'hyver eſt de l'autre; & que ſi dans un pays l'air ſe dilate par la chaleur, il s'étend vers un autre, dans lequel il ſe reſſerre par le froid; & que ſon reſſort s'étendant ainſi, s'affoiblit & ne preſſe pas davantage en été que quand il eſt plus reſſerré en hyver. Et ſi le chaud ou le froid de l'air du dehors rend le vif-argent un peu plus bas ou plus haut dans le Barométre, cela peut venir de la dilata-

tion ou du reſſerrement d'un peu d'air qui ſort d'entre les parties du vif-argent, & qui échappe dans le haut du Barométre; parce qu'en mettant un corps chaud proche le haut de ce Barométre, le vif-argent deſcend un peu, & cela eſt moins ſenſible quand la cavité de ce haut eſt grande. PLANCHE 3. Fig. 17.

4. Il a été dit que dans le beau temps les vapeurs étoient dans l'air en plus grande abondance, ce qui le rendoit plus peſant; parce que c'étoit alors qu'elles y montoient, & non dans le temps de pluye, qui étoit celui de leur chûte.

Je conviens qu'il y a beaucoup de vapeurs qui montent dans l'air pendant le beau temps, principalement à la préſence du ſoleil; mais il y en a auſſi beaucoup, & peut-être autant qui retombent en roſées pendant la nuit, ſans que cette chûte faſſe de changement ſenſible au Barométre. Et plus le temps eſt ſerein, plus les roſées ſont abondantes. Etant à la campagne, j'ai ſouvent remarqué que quand la pluye eſt prochaine, ſouvent la nuit précédente il n'y a point eu de roſée. Il ſemble que cette roſée étant demeurée dans l'air, eſt cauſe qu'alors l'air

PLANCHE 3. paroît plus obſcur, & que les objets éloignés ſont vûs moins diſtinctement.

Fig. 17. Les vapeurs répanduës dans l'air pendant le beau temps, ſont les mêmes qui forment les nuages pour la pluye; & ſi elles augmentoient le poids de l'air pendant le beau temps, elles devroient faire de même pendant le temps pluvieux : cependant le contraire paroît au Barométre. Il eſt inutile d'ajouter, que quand nous appercevons la pluye, il en eſt déja beaucoup tombé ailleurs : ce qui a conſidérablement déchargé l'air. Car cette prétenduë décharge de l'air ſeroit remarquable par le Barométre, préciſément dans les lieux où elle ſe ſeroit faite, & non parmi nous, où on ſuppoſe que la pluye commence. Il arrive plûtôt que les vapeurs qui ſont élevées dans l'air d'un autre pays, nous ſont amenées par le vent pour retomber en pluye chez nous, & que les nôtres ſont de même élevées pour aller retomber ailleurs; ainſi la chûte des vapeurs n'arrive preſque jamais dans le lieu d'où elles ſont élevées. Ce vif-argent ne baiſſeroit donc jamais à l'endroit où il pleut, mais ſeulement dans l'endroit d'où ſeroient chaſſées ces vapeurs où il

il ne pleut pas, & où cependant l'air feroit déchargé : ce qui eſt contraire à l'expérience. Dire que ce vif-argent doit baiſſer à l'endroit d'où viennent ces vapeurs, & à l'endroit même où elles tombent ; parce que l'air devient déchargé en l'un & en l'autre endroit, c'eſt ignorer les temps de la deſcente du vif-argent, qui arrive très-ſouvent avant que nous voyons aucune pluye, & quelquefois même ſans que nous voyons aucun nuage. Après beaucoup de pluye, ſi le calme & le beau temps ſuccédent, auſſi-tôt & en très-peu de temps le vif-argent du Barométre remonte, & l'air paroît fort pur. Il paroît abſurde de dire que pendant un temps ſi court, il remonte comme en un inſtant aſſez de vapeurs diſperſées dans l'air pour le recharger ſi ſenſiblement, & pour qu'il péſe ſi fort ſur la terre, & à proportion ſur la petite ſurface du vif-argent. Enfin cette opinion paroît détruite par l'effet des *Hygrométres*, parce qu'ils marquent la ſéchereſſe de l'air pendant le beau temps, & ſon humidité dans un temps de pluye.

PLANCHE 3. *Fig.* 17.

5. Les vapeurs contenant un air plus dilaté, montent à cauſe qu'elles

PLANCHE 3. ſont plus légeres qu'un pareil volume d'autre air voiſin. Cela a fait dire que ces vapeurs étant ainſi plus légeres, & demeurant embarraſſées entre les parties de l'air à cauſe du frottement, elles ne pouvoient excéder la ſurface ſupérieure de l'air groſſier; & qu'occupant une place conſidérable dans l'air, elles rendoient la maſſe compoſée de cet air & de ces vapeurs plus légere.

Fig. 17.

Mais c'eſt ne pas faire attention que ce frottement eſt équivalent à une véritable peſanteur; car ce frottement retient les vapeurs, comme l'obſtacle S G retient la colomne d'eau L G, laquelle fait équilibre contre la colomne E C. Et alors la ſurface E F eſt chargée de même que ſi elle ſoutenoit une colomne d'eau E N toute entiere.

Fig. 4.

Le frottement diminue de la légereté des vapeurs, de même que le frottement diminue de la peſanteur du ſel marin & l'empêche de tomber au fond de l'eau où il eſt diſſous. Cependant l'eau qui contient ce ſel eſt plus légere que lui en pareil volume. Car l'eau ſalée eſt plus peſante que pareil volume d'eau douce.

L'eau dont ſont compoſées les va-

peurs eſt plus peſante que pareil volume: mais trois choſes, ſçavoir, l'air dilaté qu'elle contient, & qui eſt plus léger que l'air voiſin, le frottement & le mouvement de cet air voiſin, élevent & ſupportent ces vapeurs: de même que quelquefois ce même air éleve & ſoûtient de la terre réduite en pouſſiere, dont chaque partie ayant beaucoup de ſurface à proportion de ſa maſſe, a beaucoup de frottement. Il ſemble donc, ſuivant ces remarques, que l'air où il y a des vapeurs, eſt plus peſant que pareil volume d'air pur, & que leur principal ſoûtien vient du frottement & du mouvement. PLANCHE 3. *Fig.* 4.

6. D'autres ont prétendu que dans le tems de pluye il y avoit des vents horizontaux, même des vents ſoufflans de bas en haut, qui ſoulevoient l'air & le rendoient plus léger. *Fig.* 17.

Cela eſt ordinairement faux, & la pluye eſt plus abondante lorſqu'il n'y a point de vents. Quand même il y auroit de ces vents horizontaux, qu'ils ſuppoſent néceſſaires pour balayer, aſſembler les vapeurs, & en former les gouttes de pluye, il s'enſuivroit que de même que ces vents horizontaux ſouleveroient les nuages, ils devroient

PLANCHE 3. *Fig.* 17.

auſſi agir avec la même force ſur la ſurface de la terre, & preſſer davantage notre vif-argent pour en former une plus haute colomne, imitant le coin (1), ce qui eſt contraire à l'expérience.

Il eſt vrai que le mouvement parallele à l'horizon eſt un peu oppoſé au mouvement perpendiculaire au même horizon. Car plus les directions de deux forces qui agiſſent ſur le même corps, forment un angle aigu, moins il y a d'oppoſitions entr'elles; & plus cet angle eſt obtus, plus il y a d'oppoſitions (2). Mais cette remarque me paroît ici inutile. Car s'il y a des vents horizontaux pendant que le vif-argent deſcend dans le Barométre, l'expérience ſuivante contient une obſervation qui ſemble confirmer que comme autant de coins, ils paſſent entre l'air, dont le mouvement eſt interrompu par les inégalitez de la ſurface de la terre, & entre l'autre air qui touche les nuës; maſſes peſantes dont le principal mouvement vient de l'air qui coule par-deſſous.

7. On a dit que les vapeurs étant diſperſées dans l'air, occupoient une

(1) Principes de Méchanique, pag. 11.
(2) Principes de Méchanique, pag. 6.

place, laquelle sans cela seroit occupée par de la matiere subtile, & que cette matiere subtile étoit repoussée par les vapeurs dans tous les endroits propres à la recevoir, qu'alors elle entroit en plus grande quantité dans le haut du Barométre qui est vuide d'air grossier, & qu'elle agissoit par ce moyen avec plus de force sur le haut de la colomne de vif-argent pour l'abaisser. PLANCHE 3. Fig. 17.

Mais ce raisonnement ne satisfait point. Car si la matiere subtile agit plus fortement sur le haut de cette colomne de vif-argent, d'un autre côté la colomne d'air étant plus chargée, agit aussi plus fortement à proportion sur le bas de cette même colomne de vif-argent.

8. D'autres prétendent que la principale pression de l'air sur la surface de la terre, vient de l'action de son ressort retenu de toutes parts, à cause de la plénitude de l'Univers; & que comme le ressort de certains corps, par exemple, des cheveux qu'on frise, étoit considérablement diminué par l'humidité, de même le ressort de l'air étoit diminué pendant la pluye.

Mais c'est mal conjecturer, puisque certains ressorts étant diminués par l'humidité, cela vient de ce qu'ils

PLANCHE 3. Fig. 17.

se trouvent imbibés de parties d'eau. Or les parties d'air ne peuvent recevoir dans leurs pores des parties de vapeurs, pour en être imbibées de même que les autres corps. Parce que les petites parties des vapeurs sont toûjours plus grossieres que les petites parties d'air.

9. Vouloir faire croire que l'air est plus léger lorsqu'il est fort chargé de vapeurs & d'exhalaisons, qui sont la matiere de la pluye, c'est s'opposer aux préjugés ordinaires, & peut-être à la vérité. En attendant que quelque heureuse rencontre nous instruise davantage, j'aimerois mieux douter si la pluye & le beau temps sont immédiatement les changemens du Barometre; ces changemens pouvant venir de quelqu'autre cause qui accompagne ordinairement la pluye ou le beau temps.

Peut-être qu'à l'occasion de quelques fermentations qui arrivent dans certains endroits de la surface de la terre, il en naît quelquefois des vents; d'autres fois il y a des parties aqueuses qui s'en élevent abondamment en vapeurs & dissolvent des sels subtils & légers répandus dans l'air.

Ces sels qu'on croit être l'origine du salpêtre peuvent contribuer par leur dureté & leur figure, à écarter les parties de l'air grossier, à en augmenter le ressort; &, comme tout est plein, à faire agir cet air plus fortement sur la surface de la terre. Et quand ils sont dissous, ils occupent moins de place, comme nous le voyons dans nos sels grossiers, & écartant moins les parties de l'air, il agit moins fortement sur la terre, & le vif-argent descend dans le Barométre. A mesure que l'humidité cesse, ces sels reprennent leur premiere forme, & le ressort de l'air rédevient augmenté; alors le vif-argent remonte dans le Barometre. Si c'est en hyver, le froid devient plus sensible & plus piquant, à cause des pointes aiguës de ces sels qui s'appuyent & agissent sur l'organe du toucher des corps vivans. Et si c'est en Eté, ce froid n'est pas si sensible, parce que la matiere subtile qui coule parmi ces sels, les souléve & empêche leur action piquante. Il y a lieu de croire qu'il y a de ces sels répandus dans l'air, & qu'étant devenus fluides, ils sont la principale cause des éclairs & des autres feux que nous y remarquons; de même

PLANCHE 3. Fig. 17.

PLANCHE 3. Fig. 17.

que nous avons des sels qui étant devenus fluides & en liqueurs corrosives, font naître des inflammations. Ces conjectures ayant de la vrai-semblance, peuvent être jointes avec la suivante.

Lorsque plusieurs gouttes d'eau s'assemblent, leurs masses s'augmentent, leurs surfaces diminuent, cela rend leur frottement moindre. Alors elles deviennent plus pesantes que pareille volume d'air; cessant d'être soutenues ou retenues par l'air, elles tombent. Quand elles commencent à tomber, l'excès de pesanteur de chaque masse de pluye par-dessus un pareil volume d'air, n'étant plus soutenu par l'air comme auparavant (1), cet air se trouve déchargé à proportion, & presse moins le vif-argent du Barométre. Ces gouttes d'eau descendant, en rencontrent d'autres en leur chemin, s'y joignent; & enfin surmontant les différens poids de l'air qu'elles rencontrent à mesure qu'elles approchent de la terre, forment la pluye.

Ces remarques peuvent servir à expliquer les observations suivantes.

1. Après cinq ou six jours, ou davantage de beau temps, le vif-argent

(1) Pag. 11.

du

du Barometre commence à baiſſer peu à peu, dès un, ou deux, ou trois jours avant qu'il paroiſſe de la pluye, ni même de nuages; parce que ces ſels ſe diſſolvent peu à peu à meſure que l'humidité eſt répandue, font moins d'effort pour élever les colomnes d'air groſſier, & en écartent moins les parties. PLANCHE. Fig. 17.

2. Souvent cet abaiſſement eſt conſidérable, & le Ciel menace de pluye par ſes nuages épais ſans qu'il tombe rien. Parce que le vent chaſſe ces nuages pour aller tomber ailleurs.

3. Après une pluye abondante, pour peu que le vif-argent remonte, il y a eſpérance de beau temps. Parce que la ſource de la pluye ſe tarit, & les parties ſalines ſe deſſéchent, & recommencent à écarter les parties de l'air comme autant de petits coins.

4. Le vif-argent remonte promptement après la pluye, à cauſe de la prompte criſtalliſation de ces ſels.

5. Le vif-argent étant à une certaine hauteur, quelquefois il y a beaucoup de pluye, & d'autres fois un fort beau temps. Parce que ſelon que ces vapeurs ſont plus ou moins abondantes, ces ſels ſont plus ou moins diſſous.

6. Quelquefois le vif-argent ne

PLANCHE 3. *Fig.* 17.

descend qu'au même temps qu'il survient beaucoup de pluye. Parce qu'en même temps que la pluye est répandue dans l'air, la dissolution de ces sels s'ensuit.

7. Le vif-argent étant fort haut, le Ciel paroît quelquefois fort couvert de nuages, & quelquefois il tombe une légere pluye. Alors l'humidité n'est pas assez abondante pour faire une grande dissolution des sels; & ce qui reste de ces sels fait encore une grande tension du ressort de l'air.

8. En hyver souvent les prédictions du Barometre sont incertaines. Quelquefois le Barometre promet le beau temps pendant beaucoup de pluyes.

Nous venons de remarquer qu'après quelque durée de beau temps, le Barometre annonce la pluye, même pendant le beau temps, & plusieurs jours avant qu'elle arrive. De même pendant plusieurs jours de pluye, le Barometre promet du beau temps qui ne paroît que plusieurs jours ensuite. Et pendant cette préparation au beau temps, il peut arriver un retour de pluye, parce que cette saison est sujette à de fréquens changemens de temps.

Les Hygrometres prédiſent ſouvent la pluye ou le beau temps, auſſi-bien que les Barometres. Les inégalités de preſſions de l'air ne ſont pas les ſeuls ſignes avant-coureurs de ces changemens de temps, il y en a encore pluſieurs autres. PLANCHE 3. *Fig.* 17.

La pluye eſt plus fréquente, quand le vent du Sud-Oueſt chaſſe vers nous les vapeurs. Parce qu'alors elles ſont plus abondantes étant élevées des mers, dont l'étendue eſt fort grande vers ce côté-là, & l'air dilaté qui les accompagne venant d'un pays chaud, & devenant plus reſſerré par le froid de celui de nos régions Septentrionales, il devient auſſi plus peſant, & ceſſe de donner de la légereté, un ſi grand volume & tant de ſurface aux vapeurs; & alors elles tombent en pluye. Mais la pluye eſt moins fréquente quand le vent du Nord ou de l'Eſt chaſſe vers nous les vapeurs, parce que l'air qui les accompagne, paſſant d'un pays froid dans un autre pays, qui eſt ſouvent plus chaud, ſe dilate, & leur donne plus de légereté : & y ayant une grande étenduë de terre à l'Eſt, les vapeurs ne s'en élevent pas ſi abondamment, & celles

PLANCHE 3. qui ſont élevées des mers plus éloignées, ſont épuiſées & retombées en pluye, avant que le vent qui les charrie ſoit venu à nous.

Fig. 17.

Lorſque le Barometre promet de la pluye, il arrive ſouvent que ſi la pluye eſt continuelle avant midi, elle ceſſe vers midi; parce qu'alors la chaleur du Soleil dilatant l'air qui eſt joint aux vapeurs, & leur donnant plus de volume, il leur donne plus de légereté: ce qui les empêche de continuer à deſcendre en pluye. Et ſi la pluye commence un peu après-midi, ſouvent elle continuë le reſte de la journée; parce que le Soleil en s'éloignant, ceſſe d'échauffer & de dilater l'air joint aux vapeurs: ce qui leur fait occuper moins de place, & leur donne plus de peſanteur.

Les tempêtes venteuſes, pendant leur durée, rendent la peſanteur de l'air continuellement inégale.

EXPE'RIENCE X.

PRE'PARATION.

Au bout du tuyau C B A [1] on

Fig. 18.

(1) De 2, à 3. lig. de diam.

a fait une bouteille A oblongue [1]; à l'autre bout on en fait autant en C, & on y a soudé un autre tuyau [2] ouvert en E; ensuite ce tuyau a été courbé en B [3]. Ayant laissé un petit trou en G; par un entonnoir mis en E, on fait entrer du vif-argent pour remplir les deux tuyaux jusqu'à quatre ou cinq lignes proche l'ouverture G. on fait fondre & fermer l'extrémité G, en se servant d'un petit tuyau pour souffler vers G de la flamme d'une grosse chandelle; il faut renverser l'instrument G B C E sur un vaisseau où le vif-argent du tuyau B C D E tombe, alors le point B est en haut. Pendant ce temps on le secouë légerement sur quelque chose un peu molasse, ou bien on frappe doucement du plat de la main contre le tuyau A B pour dégager, faire monter, & faire sortir l'air qui étoit proche G, ensuite on remet le point B en bas, & G en haut. Le vif-argent descend vers A & monte en C; de sorte que les deux bouts de la colomne de vif-argent

PLANCHE 3. *Fig.* 18.

(1) D'une lig. ou d'une lig. & dem. ou environ. de diam. (2) d'un pouce de diam. (3) Faisant A B d'environ de 31. ou 32. pouc. de haut.

PLANCHE 3. *Fig.* 18.

ſont vers les moitiés des bouteilles A & C, & un peu plus haut en C. Enfin on met par l'ouverture E, juſqu'à la hauteur C D, une liqueur colorée qui ne ſe glace point en hyver.

Effet.

Tous les changemens de peſanteur de l'air juſqu'aux plus petits ſont ſenſiblement remarquables dans cet inſtrument.

EXPLICATION.

Il eſt plus difficile d'inventer & de découvrir des nouveautés, que de les perfectionner quand elles ſont connuës. Cependant un uſage ou une application faite utilement d'une découverte, a ſon mérite. Les effets du Barometre ont paru aſſez importans pour tâcher de le perfectionner, & d'en rendre les mouvemens plus ſenſibles; celui-ci, eſt appellé *Barometre compoſé.*

Suivant les différentes preſſions de l'air en D ſur la liqueur colorée, le vif-argent monte ou deſcend en C ou en A. Or pour peu que le vif-argent

monte de C vers E dans la bouteille, la liqueur du tuyau D E monte beaucoup: ce qui rend ſes changemens de hauteur fort apparens. Parce que l'eſpace parcouru par la liqueur en D, eſt à l'eſpace parcouru en C, comme le cercle qui a le même diametre que la bouteille en C, eſt au cercle qui a le même diametre que le tuyau en D. Car cela forme deux cylindres, dont les maſſes ſont égales, & qui ſont donc entr'eux en rapport réciproque des baſes & des hauteurs; c'eſt-à-dire, que ſi le cercle qui a le même diametre que la bouteille en C, eſt dix fois auſſi grand que le cercle qui a le même diametre que le tuyau en D, l'eſpace parcouru dans le petit tuyau en D ſera dix fois auſſi grand que l'eſpace parcouru en C. PLANCHE 3. *Fig.* 18.

Le premier jour de Septembre 1717. un grand vent venoit du Sud ou du Sud-Oüeſt; mes Barometres marquoient beaucoup de pluye, quoiqu'il n'en eût encore paru que peu. Les conſidérant de près dans une chambre bien fermée & en fort bel air, je remarquai évidemment que le haut de la liqueur colorée du Barometre compoſé, hauſſoit & baiſſoit en forme de

PLANCHE 3. *Fig.* 18.

vibrations ou de balancemens. Cela ne me parut pas ſenſible au Barometre ſimple; mais je remarquai encore la même choſe au Thermometre de l'expérience 20. parce qu'il reçoit auſſi les impreſſions du poids de l'air. Ayant mis une marque au bout de la colomne de liqueur de ce Thermometre pendant la tempête, & étant attentif quelque temps, ces mouvemens me parurent inconteſtables. Cela me fait croire que chaque coup de vent faiſant effort pour paſſer, preſſoit ſur la ſurface de la terre & ſur le vif-argent du Barometre, le faiſoit monter, & le laiſſoit deſcendre étant paſſé. Ce balancement continuel montre évidemment que pendant la tempête l'air preſſe inégalement.

Le Barometre ſimple eſt plus exact pour marquer les changemens de l'air. Parce que dans ce Barometre compoſé, plus la liqueur colorée monte de D vers E, plus la colomne C D devient haute; & parce que les liqueurs péſent ſur leur baſe ſuivant ou à proportion de leurs hauteurs, plus cette colomne d'eau colorée devient longue; plus elle réſiſte au vif-argent qui doit s'élever de C vers E au temps pluvieux.

Plus l'extrémité D de la liqueur colorée approche donc de E, moins on y connoît exactement les inégalités de preſſion de l'air. D'ailleurs les chaleurs de l'Eté dilatent un peu le vif-argent & la liqueur colorée; le froid les reſſerre. PLANCHE 3. *Fig.* 18.

REMARQUES.

1. Au bout de la petite branche de ce Barometre compoſé, on a ſoudé une bouteille en E [1]. Enſuite on a fait fondre l'extrémité F pour la fermer exactement, & ôter à l'air extérieur la communication avec l'air intérieur. On prépare une planche pour y attacher cet inſtrument, & ſur cette planche on colle un papier qui contient la longueur du tuyau C E [2] diviſée en cent parties avec ces mots, *chaud*, *tempéré*, *froid*, &c. Pour faire cet inſtrument plus court, il n'y a qu'à pomper l'air par l'ouverture F, en ſe ſervant de la machine pneumatique, comme à l'expérience 116. La chaleur de l'air extérieur faiſant dilater l'air de *Fig.* 19.

(1) D'un pouce & demi de diam.

(2) De 30. pouces de long. & d'une lig. & demie ou environ de largeur.

PLANCHE 3. *Fig.* 19.

la bouteille E F, l'action de ſon reſſort fait baiſſer la ſurface D de la liqueur vers C; & quand l'air de la bouteille E F eſt reſſerré par le froid, le vif-argent A B G, à cauſe de ſa peſanteur, monte de G vers E, & éleve la liqueur colorée C D vers la bouteille E F. C'eſt un Thermométre qui fait connoître facilement & promptement les dégrés de chaud & de froid de l'air.

2. Un Phiſicien ingénieux a propoſé de faire un Barométre de 15 pouces de haut, & de ce Barométre un Thermométre; ce qui ſembloit impoſſible, puiſqu'une hauteur de 27 pouces & demi de vif-argent fait équilibre contre le poids de l'air. Il n'a fait qu'oppoſer deux colomnes de vif-argent contre une ſeule colomne d'air. Il y a long temps qu'on avoit déja propoſé preſque la même choſe, mais on n'y avoit pas fait aſſez d'attention. (1) Cela montre que ceux qui cherchent la vérité avec perſévérance, la trouvent enfin, quoique par différens chemins.

(1) Acta Erud. Julii 1688. Chauvin Lexicon Philoſ. de vacuo.

A B C D & G H L ſont deux colomnes de vif-argent qui agiſſent contre la colomne d'air appliquée en M. D E & E F G ſont deux liqueurs de différentes couleurs qui ne ſe mêlent point. Par exemple, D E eſt de l'eſprit-de-vin teint en rouge ſur le ſel de tartre, & E F G eſt de l'huile de Pétrole diſtilée, qui eſt claire & tranſparente. Pour obſerver les mouvemens de ce Barométre, on a égard au point E, où les couleurs tranchent, qui hauſſe ou baiſſe. PLANCHE 7. *Fig. 7.*

Et ſi on faiſoit encore une courbure M N O P, alors on auroit oppoſé trois colomnes de vif-argent contre une ſeule colomne d'air, & ce Barométre pourroit être réduit à 10 pouces de haut.

Si on bouche exactement l'ouverture M, l'air contenu dans la cavité L M, ſe raréfiant ou ſe condenſant ſelon le chaud ou le froid, au lieu d'un Barométre on auroit un Thermométre fort exact.

Pour le remplir il n'y a qu'à faire une ouverture F, & remplir le Barométre A B C D à la maniere ordinaire, enſuite boucher l'ouverture M, faire entrer le vif-argent G H L, &

PLANCHE 7. *Fig.* 7.

mettre les liqueurs E D & E F G, & enfin fermer exactement cette ouverture F, & déboucher l'ouverture M.

Preſſion étonnante & preſque incroyable de l'air ſur nos corps.

EXPE'RIENCE XI.

PRE'PARATION.

Il faut faire une caiſſe dont l'intérieur ait un pied en long, en large & en profond ; c'eſt ce qu'on appelle un pied *cubique*, & voir combien péſe un pied cubique d'eau contenuë dans cette caiſſe.

Effet.

Il m'a paru qu'un pied cubique d'eau peſoit 67 livres. Mais pour éviter conteſtation ſur la peſanteur des différentes eaux, je le ſuppoſe ſeulement de 65 livres.

EXPLICATION.

Pour connoître la force terrible & ſurprenante de l'air qui nous compri-

me continuellement, considérons l'étenduë que peut avoir la surface de notre corps, & prenons une hauteur moyenne d'un homme, par exemple, celle de 5 pieds. Il n'est pas difficile de voir que la surface du devant de son corps depuis le haut jusqu'au bas, est du moins équivalente à 5 pieds quarrés, & de même de la surface qui s'étend depuis le derriere de la tête jusqu'aux talons; & afin d'ôter tout soupçon, & pour y trouver cette mesure amplement, j'y comprens encore les surfaces des côtés & des bras. Ainsi je réduis la surface entiere du corps d'un homme de médiocre taille à 10 pieds quarrés. Ceux qui voudront la mesurer exactement par le moyen de la Géométrie, en trouveront davantage. PLANCHE 7. Fig. 7.

Cela étant constant, nous sçavons (1) qu'un fluide, tel qu'est l'air, presse également toute la surface de notre corps qui y est plongé. S'il y avoit quelque part de l'inégalité dans cette pression, elle nous deviendroit sensible comme un fardeau, qui presseroit en un endroit, & qui ne presseroit pas dans l'autre. Nous sçavons

(1) Expér. 15. 16. &c.

PLANCHE 7. Fig. 7.

auſſi (1) que chacun de ces 10 pieds quarrés ſoutient le poids d'une colomne d'air que je ne ſuppoſe qu'équivalente au poids d'une colomne d'eau de 30 pieds de hauteur, dont la maſſe ſeroit de 30 pieds cubiques de 65 livres chacun, qui compoſe 1950 livres. Mais dans l'étenduë de la ſurface de notre corps, nous trouvons du moins 10 pieds quarrés. Cette preſſion eſt donc de 10 fois 1950 livres, ſçavoir, 19500. Et afin d'éviter toute chicane ſur la plus grande ou la moindre preſſion de l'air, je réduis ma ſupputation au poids de 19000 livres.

Si l'expérience ne démontroit cette vérité, perſonne n'auroit pû croire être chargé d'un ſi grand fardeau, ſans en être écraſé. Mais auſſi il faut remarquer que l'air qui eſt diſperſé dans notre corps, contrebalance ce grand poids & lui réſiſte.

Les perſonnes maladives, même les vieilles gens, ſont autant de Barométres vivans où les changemens de temps ſe font remarquer d'une maniere fort ſenſible. Et ce qui fait une au-

(1) Conſéquences de l'exp. 8. p. 77.

tre difficulté à expliquer, c'eſt que ces Barométres vivans ſont les premiers à prédire. Les fluxions, les rhumatiſmes, les gouttes, les maux de dents, les migraines, &c. ſont ordinairement les avant-coureurs d'orages, de pluyes & de néges abondantes. Ces différences de preſſions de l'air, ſouvent conſidérables, cauſent de l'inégalité dans le mouvement de notre ſang & des autres humeurs, ſont auſſi la cauſe de l'inégalité de la ſanté. Les endroits-mêmes où la ſurface de la terre eſt moins comprimée, lâchent quelquefois, & exalent des vapeurs malfaiſantes que nous reſpirons avec l'air, & dont le mélange qui s'en fait avec notre ſang dans nos poumons, eſt ſouvent funeſte. Les levains des maladies contagieuſes répandus dans l'air, ſe développent, & ſe raſſemblent par ces inégalités de preſſion, & excitent des fermentations dont nos corps éprouvent les effets.

PLANCHE 7. *Fig.* 7.

Mais d'un autre côté, quand l'air paroît dans ſa pureté, quand il agit par ſa plus grande peſanteur, alors comme ſortans d'un aſſoupiſſement, nous nous ſentons dégagés, &, pour ainſi dire, plus légers qu'auparavant. Nous joüiſ-

PLANCHE 3. *Fig.* 20.

sons d'une santé plus vigoureuse, parce que nous respirons un air plus salutaire. Les rayons du soleil n'étant point interrompus par des nuages, font sortir de la terre, font naître agréablement, & font venir à maturité des moissons abondantes.

Effet évident du poids de l'air.

EXPE'RIENCE XII.

PRE'PARATION.

A B C D E est un tuyau de verre (1) courbé en C D B avec une ouverture en C; (2) & entre C & B on a formé une cavité. (3) Il faut fermer cette ouverture C avec de la vessie moüillée, & la bien lier avec de la fisselle; ensuite renverser ce tuyau & le remplir de vif-argent par l'ouverture E, l'incliner & l'agiter doucement jusqu'à ce que le tuyau A B

(1) CE d'environ 33 po. de long & de 3 lig. de diam. & A B de 15 à 16 po. de haut & de même diam. que C E. (2) D'une lig. ou d'une demie lig. de diam. (3) D'un po. de diam.

&

& la partie B C en soit remplie, & enfin remplir la partie C D E. PLANCHE 3. *Fig.* 20.

Effets.

1. Ce tuyau étant ainsi rempli de vif-argent, s'il est renversé en fermant avec le doigt l'ouverture E pour la plonger dans d'autre vif-argent du vaisseau F G; aussi-tôt qu'on ôte le doigt de cette ouverture E, le vif-argent contenu dans le tuyau A B & dans le tuyau C E descend, il en reste seulement dans la courbure C B H, & la colomne D E demeure soutenuë comme dans l'expérience précédente.

2. Si on perce avec une épingle la vessie qui est en C, aussi-tôt la colomne de vif-argent D E tombe dans le vaisseau F G & le vif-argent de la courbure C B H, monte en même temps vers A & remplit le tuyau B H A.

EXPLICATION.

Voici une expérience très-simple pour montrer évidemment que le vif-argent D E & celui de toutes les expériences semblables, est soutenu par la pesanteur d'une colomne d'air de

PLANCHE 3. même groſſeur. Car ſi on fait un petit trou en C, il eſt très-facile de croire que la colomne d'air qui entrera par ce petit trou, preſſera en D ſur la colomne de vif-argent D E, & ſur le vif-argent qui eſt dans la courbure C B H. La colomne d'air qui entre par ce petit trou en C, agiſſant ſur le vif-argent par une large baſe, y fait la même preſſion que ſi dans toute la longueur de cette colomne, ſon diamétre étoit égal à celui de la baſe (1). La peſanteur de la colomne d'air qui agit par l'ouverture C, jointe à la peſanteur de la colomne de vif-argent D E, ſurmonte la réſiſtance de la colomne d'air extérieure; & alors le vif-argent deſcend auſſi-tôt. La colomne d'air qui agit par cette petite ouverture C, agiſſant auſſi ſur le vif-argent de la courbure C B H, l'oblige à monter dans le tuyau A B, parce qu'il y trouve moins de réſiſtance. Si ce tuyau étoit plus long, le vif-argent y pourroit monter même juſqu'à la hauteur de 27 pouces & demi, pour être alors en équilibre contre la co-

Fig. 20.

(1) Exp. 5.

lomne d'air qui preſſeroit par ce petit trou C. PLANCHE 3.

Fig. 20.

L'effet du ſciphon vient du poids de l'air.

EXPE'RIENCE XIII.

PRE'PARATION.

A B C eſt un tuyau courbé appellé un ſciphon (1). Il faut le remplir d'eau en ſe ſervant d'un entonnoir, fermer avec le pouce une de ſes ouvertures, & le renverſer en mettant l'autre ouverture dans le vaiſſeau D E plein d'eau. Fig. 21. Fig. 22.

Effets.

1. Si le ſciphon H I K plein d'eau eſt ouvert en K au niveau G H de l'eau du vaiſſeau D E, il demeure plein d'eau ſans qu'elle coule.

2. Si la branche I K pleine d'eau eſt ouverte en P au-deſſous du niveau G H de l'eau du vaiſſeau N O; alors Fig. 23.

(1) D'environ 3. ou 4. lig. de diam. & de 12. ou 15. pouces de long.

PLANCHE 3. l'eau contenuë dans le vaiſſeau N O, monte par l'ouverture H vers I, retombe par P, & continue pendant qu'il y a de l'eau, & que cette ouverture P eſt au-deſſous de la ſurface G H de l'eau du vaiſſeau N O.

Fig.23.

Fig.22. 3. Enfin ſi je leve l'ouverture K au-deſſus du niveau de l'eau du vaiſſeau D E, pendant que l'ouverture H eſt encore dans l'eau; alors l'eau du ſciphon K I H retombe entierement dans le vaiſſeau D E.

EXPLICATION.

Fig.22. Lorſque ce ſciphon eſt plein d'eau, la colomne d'air F G H agit ſur la ſurface de l'eau du vaſe, & par ce moyen agit contre l'eau qui tend à ſortir par l'ouverture H; une autre colomne d'air M L K agit contre l'eau qui tend à ſortir par l'ouverture K. Or la colomne d'air F G H agit à l'ouverture H avec autant de force qu'il ſeroit néceſſaire pour ſoutenir une colomne d'eau de 32 pieds de haut, & la colomne M L K fait un pareil effort à l'ouverture K. Mais, parce que les petites colomnes d'eau H I & K I qui ſont égales en longueur, ſont chacune

beaucoup plus courtes & plus légeres que si elles avoient 32 pieds de haut, le surplus de force qui reste à la colomne d'air F G H, après avoir surmonté la pesanteur de la colomne d'eau H I, est employé contre le surplus de force qui reste à la colomne d'air M L K, après avoir surmonté la pesanteur de la colomne d'eau I K. De sorte que ces deux excès de forces étant égaux à cause de la longueur égale des colomnes d'air F G H & M L K, il s'en fait un équilibre dans le point I. Le sciphon H I K demeure donc plein, lorsque l'ouverture K & la surface G H de l'eau du vaisseau D E sont dans le même niveau G H K L, & même hors le vaisseau D E. PLANCHE 3. Fig. 22.

Mais si l'ouverture P est au-dessous du niveau G H de l'eau du vaisseau, la colomne d'air S R Q P est plus longue que la colomne d'air F G H, la colomne d'eau P K I est aussi plus longue que la colomne d'eau H I. Pour faire voir qu'en cet état l'eau doit par un effet du poids de l'air monter de H vers I, & sortir par P, il faut prouver que le point I est pressé inégalement, c'est-à-dire, que l'excès de la force de la colomne F G H par-dessus Fig. 23.

PLANCHE 3. *Fig.* 23.

la pesanteur de la colomne d'eau H I, est plus grand que l'excès de la force de la colomne d'air S R Q P par-dessus la pesanteur de la colomne d'eau P K I.

Ne faisons point attention à la colomne d'air R Q, puisqu'elle est en équilibre avec une partie de la colomne d'eau K P, & considérons seulement l'excès de pesanteur de la colomne d'eau K P par-dessus la colomne d'air R Q. Alors la colomne R S qui est de même longueur & de même pesanteur que F G, résiste, non-seulement à la pesanteur de la colomne d'eau K I, & à l'excès de force de la pesanteur de la colomne F G H par-dessus la pesanteur de la colomne d'eau H I, mais encore à l'excès de pesanteur de la colomne d'eau P K par-dessus la colomne d'air Q R. La colomne d'air S R est donc opposée à plus de forces que la colomne d'air F G H; l'excès de force de la colomne d'air F G H, par-dessus la pesanteur de la colomne d'eau H I, sera donc plus grand que l'excès de force des colomnes d'air S R & R Q par-dessus la pesanteur des colomnes d'eau P K & K I; l'équilibre ne subsistera donc

plus au point I, l'eau doit donc couler par P & continuer, malgré la réſiſtance de la colomne d'air S R Q P. PLANCHE 3. *Fig.* 23.

Si l'ouverture K étoit plus élevée que le niveau G H de la ſurface de cette eau, le ſurplus de force de la colomne M L K ſeroit plus grand que le ſurplus de force de la colomne F G H; parce que la colomne d'eau K I ſeroit alors plus courte que la colomne d'eau H I, ce qui diminueroit moins de la force de la colomne M L K, que de celle de la colomne F G H. Ainſi le point I ſeroit pouſſé plus fortement vers H que vers K, & l'eau de ce ſciphon retomberoit entierement dans le vaiſſeau D E. *Fig.* 22.

Si le tuyau H I K P eſt vuide d'eau, en ſuçant fortement à l'ouverture P, ſuppoſé qu'elle ne ſoit pas trop groſſe, on y fera venir l'eau du vaiſſeau N O, & elle continuera de couler. Quand la branche H I auroit un diamétre beaucoup plus grand que celui de la branche I P, cette expérience réüſſiroit en les empliſſant d'eau, ſi on ne pouvoit ſucer, pourvû que le point I fût moins élevé que 32 pieds audeſſus du niveau G H K. *Fig.* 23.

Lorſqu'on ſuce en P, on dilate en

PLANCHE. 3.

même temps la bouche & la poitrine, & on ſouleve la colomne d'air qui preſſe par cette ouverture ſur la petite ſurface intérieure H. Alors la petite ſurface H étant moins preſſée que le reſte de la ſurface de l'eau N O, il arrive que l'eau céde & coule par l'intérieur H I, où elle trouve moins de réſiſtance; étant parvenuë en P, elle continue de couler.

Fig. 23.

Fig. 25. Voici différens ſciphons dont l'effet vient de la même cauſe. C B eſt un verre percé en H E. C D H E eſt un ſciphon cimenté en H & E; ſon ſommet D eſt au-deſſous du bord de ce verre.

Si on verſe un peu d'eau dans ce verre C B, elle ne s'écoulera point. Mais ſi on en verſe juſqu'à ce que le ſciphon C D E ſoit couvert, elle s'écoulera.

L'ouverture C du ſciphon étant poſée dans l'eau du verre C B, c'eſt la même choſe que ſi cette ouverture étoit poſée dans un vaiſſeau C M plein d'eau. Ayant verſé aſſez d'eau dans le verre C B pour que ce ſciphon en ſoit couvert, une partie de cette eau entre dans le ſciphon par l'ouverture C, & y eſt élevée par la preſſion du reſte

reſte de l'eau. Le ſciphon C D H E devenant plein d'eau, elle coule par la branche la plus longue D H E juſqu'à ce que le vaſe C B ſoit vuidé. PLANCHE 3. *Fig.* 25.

I L eſt encore un verre percé en R N. M N eſt un tuyau cimenté en I R, ſon extrémité M étant plus baſſe que le bord S L. Par-deſſus ce tuyau M N, il faut appliquer un tuyau I P R fermé en P, inégal en I R, pour y laiſſer entrer l'eau, & aſſez gros pour qu'il reſte autour du tuyau M N une eſpace médiocre. *Fig.* 26.

On peut mettre de l'eau dans le vaiſſeau I L juſqu'à ce qu'elle approche de l'extrémité M ſans qu'elle s'écoule. Mais ſi on met de l'eau juſqu'au-deſſus de M, alors elle ſortira toute par le tuyau M N.

On peut conſidérer l'eſpace qui eſt entre la ſurface intérieure du tuyau I P R & le tuyau M N, comme un ſciphon dont un bout eſt plongé dans l'eau du vaiſſeau I L, & l'autre bout eſt l'ouverture N. Une partie de l'air contenu dans l'eſpace M P s'écoule avec l'eau, & n'empêche point l'épanchement par les ouvertures M N.

L'air par ſa réſiſtance empêche que les jets-d'eau ordinaires ne remontent *Fig.* 24.

PLANCHE 3. *Fig.* 24.

auſſi haut que leur ſource. Le vaiſſeau A B, par exemple, eſt la ſource ou le réſervoir du jet-d'eau F G qui ſort du tuyau recourbé C D E F (1). L'accéleration que l'eau a acquiſe pendant ſa chûte, feroit remonter ce jet-d'eau auſſi haut que le niveau de la ſurface H I de l'eau du réſervoir A B, ſi l'air n'y réſiſtoit pas; parce que la colomne d'eau F G, pour être en équilibre avec l'autre colomne d'eau E I devroit être de même hauteur. L'ouverture F a été rétrecie, (2) afin que l'eau ait plus de viteſſe à cette ſortie, & que le filet d'eau ſoit plus aigu pour diviſer l'air plus facilement, & par ce moyen monter plus haut.

Effets de différens fluides dans des tuyaux d'un grand & d'un petit diamétre.

EXPE'RIENCE XIV.

PRE'PARATION.

PLANCHE 4. *Fig.* 1.

A B C D eſt un tuyau de verre courbé. La branche A B eſt, par

(1) D E eſt d'environ 3. pieds de long.

(2) Et n'eſt que d'environ 3. quarts de lig. de diam.

exemple, de 9 lignes ou d'un pouce de diamétre, & l'autre branche C D n'eſt que d'environ une demi-ligne de diamétre. PLANCHE 4. *Fig.* 1.

Effets.

1. Si on met du vif-argent dans ce tuyau, le vif-argent demeure dans la petite branche, par exemple, en G au-deſſous du niveau de celui qui eſt dans la groſſe branche.

2. Au lieu de vif-argent ſi on met de l'eau, elle ſera plus élevée dans la petite branche; elle ſera, par exemple, en I au-deſſus du niveau. F H

EXPLICATION.

Le vif-argent ne moüillant pas le verre ni pluſieurs autres corps, alors l'air gliſſe comme un coin entre le vif-argent, & la ſurface du verre à l'extrémité de ces colomnes de vif-argent. Mais, parce que la petite colomne a plus de ſurface à proportion de ſa maſſe que la groſſe colomne, l'air agiſſant en forme de coin à l'extrémité de la petite, empêche que le vif-argent ne monte auſſi haut que celui de la groſſe. On peut encore

PLANCHE 4. Fig. 1.

dire que le vif-argent n'étant pas ſi fluide que l'eau, s'embarraſſe plus dans ce petit tuyau, ce qui l'empêche de monter juſqu'au niveau de la ſurface de celui de la groſſe branche; & ſi après avoir été élevé doucement, il retombe & demeure au-deſſous de ſon niveau, cela vient de l'accélération que lui donne ſa grande peſanteur, & du frottement ſur l'intérieur du tuyau.

Pluſieurs ont prétendu que la colomne d'air qui preſſe ſur la colomne d'eau du petit tuyau, eſt un peu ſoutenuë par les inégalités & par le frottement de la ſurface intérieure de ce petit tuyau. Dans le gros tuyau l'eau eſt ſoutenuë par le fond, excepté une petite colomne d'eau qui eſt preſſée par une colomne d'air ſans aucun obſtacle, & qui fait équilibre contre la petite colomne d'eau de pareille groſſeur contenuë dans le petit tuyau C D. Cette inégalité de preſſion a paru d'abord être la cauſe de l'inégalité des hauteurs de ces deux colomnes d'eau.

Fig. 2. Ce qui confirme dans cette penſée, c'eſt que ſi on a pluſieurs tuyaux de verre d'un petit diamétre, par exemple, de demi-ligne ou environ, en mettant ſi doucement qu'on voudra

leur extrémité inférieure dans l'eau K L, auſſi-tôt l'eau monte dans ces tuyaux au-deſſus du niveau de celle qui reſte dans le vaſe K L, par exemple, à demi pouce; & elle monte plus haut dans ceux qui ont un plus petit diamétre; ſi le diamétre eſt, par exemple, d'un tiers de ligne, l'eau monte juſqu'à environ deux pouces. Cela réüſſit beaucoup mieux lorſque ces tuyaux ont déja éte moüillés d'eau intérieurement; parce que de nouvelle eau gliſſe plus facilement ſur d'autres parties d'eau reſtées attachées aux inégalités de la ſurface intérieure de ces petits tuyaux. PLANCHE 4. *Fig.* 2.

Les petits tuyaux peuvent être ſi courts, que l'eau monte juſqu'à leur extrémité ſans en ſortir. Et alors on ne peut pas dire que les inégalités intérieures du tuyau ſupportent la colomne d'air. Il s'enſuivroit encore, que plus un tuyau ſeroit long, plus l'eau y devroit monter haut; parce qu'alors une plus grande ſurface intérieure embarraſſeroit davantage l'air: ce qui n'arrive pas. On prétend auſſi que cet effet arrive ſous le récipient de la machine pneumatique, quand l'air en a été bien pompé; il en eſt de mê-

PLANCHE 4.

me de l'effet du ſciphon, quoiqu'alors il ſemble que l'air n'y doit plus agir, ni par ſon reſſort, ni par ſa peſanteur. Ces difficultés ont fait attribuer cet effet au mouvement de fluidité des parties d'eau qui les fait monter, & qui les fait ſe ſoutenir l'une l'autre contre ou ſur les inégalités de la ſurface intérieure de ces tuyaux.

Fig. 2.

Fig. 3.

La même cauſe qui fait monter l'eau dans ces petits tuyaux au-deſſus du niveau de celle qui reſte dans le vaſe, fait auſſi monter l'eau entre les filamens d'une bande de drap ou de linge S T, dont on applique une extrémité S dans le verre Q R plein d'eau, & quelque temps après l'eau coule par l'autre extrémité T. Cette eau coule plus promptement, ſi on a d'abord moüillé ce drap ou ce linge, en ayant enſuite exprimé l'eau avec les mains, & coule comme par un ſciphon (1). Du pain à demi plongé dans de l'eau, &c. devient moüillé plus haut que la ſurface de cette liqueur.

---

(1) Partie II. de l'exp. 13.

Eau soutenuë par la pression de l'air de bas en haut,

EXPE'RIENCE XV.

PRE'PARATION.

A B est un vaisseau fermé en B. Il faut le renverser & le remplir d'eau par l'ouverture A, mettre un papier D E sur son ouverture A, & poser la main sur ce papier pour renverser encore ce même vaisseau, & le soutenir avec la main C. PLANCHE 4. *Fig.* 4.

Effet.

L'eau contenuë dans le vaisseau A B, quand même il y en auroit jusqu'à 31 pieds & demi de haut, ne tombe point, & le papier D E demeure appliqué à l'ouverture A.

EXPLICATION.

Si le vaisseau A B étoit vuide d'eau & ouvert en A, alors une colomne d'air F G A presseroit intérieurement

PLANCHE 4. *Fig.* 4.

le fond de ce vaiſſeau, pour faire équilibre contre une colomne d'air qui preſſe extérieurement ſur ce même fond. Mais lorſque le vaiſſeau A B eſt plein d'eau, & que le papier D E eſt appliqué à l'ouverture A, la colomne d'air F G A agit ſur le papier D E & ſur la colomne d'eau A B. Cette colomne d'air F G pouvant ſoutenir une colomne d'eau qui ſeroit de la hauteur de 32 pieds, elle a donc un excès de force par-deſſus la peſanteur de l'eau A B, qui eſt ſeulement d'environ 9 pouces de haut. C'eſt cet excès de force de la colomne d'air F G qui eſt encore employé à faire équilibre contre la colomne d'air B C qui preſſe extérieurement ſur le fond du vaiſſeau. Il eſt donc évident que pendant l'expérience, la main C, outre le poids ordinaire du vaiſſeau A B, ſoutient encore la force dont la colomne d'air qui preſſe extérieurement ſur le fond du vaiſſeau A B, ſurpaſſe la colomne d'air F G qui réſiſte, & que cette main ne ſoutient aucunement la colomne d'eau A B; parce que la force de la colomne d'air F G eſt diminuée de la quantité de la peſanteur de la colomne d'eau A B. Le vaiſſeau A B

dont je me ſers eſt le récipient moyen de la machine pneumatique. Il eſt facile de faire cette expérience avec un pot, une cruche, &c. PLANCHE 4. *Fig.* 4.

Voici une expérience ſemblable à la précédente. D F eſt un vaiſſeau de fer-blanc. (1) Le fond D E eſt percé d'un grand nombre de petits trous, (2) par exemple, de 80, 100, &c. *Fig.* 7.

Ce vaiſſeau étant plongé pendant quelque temps dans l'eau, le trou F étant ouvert, ſi on y applique le pouce pour le fermer, on retire le vaiſſeau D F plein d'eau; ſi on ôte le pouce de l'ouverture F, (3) auſſi-tôt l'eau coule par toutes les petites ouvertures du fond D E. Et ſi on rebouche ce trou F, l'eau ceſſe de couler par le fond D E.

Quand l'extrémité F eſt ouverte, la colomne d'air qui agit ſur la ſurface G H de l'eau, & l'eau même D H, font un effort de peſanteur plus grand que les réſiſtances des petites colomnes d'air qui ſont appliquées extérieu-

(1) Large d'environ 4 à 5 po & haut de 8 à 10. (2) Chacun d'environ une lig. de diamétre. (3) D'environ 3 ou 4 lig. de diam.

PLANCHE 4. rement aux petits trous du fond D E & alors l'eau coule par le fond D E

Fig. 7. Mais quand on ferme l'ouverture F le peu d'air qui se trouve dans la cavité F G H se dilate à cause de la pesanteur de l'eau G E qui repousse l'air extérieur, aussi-tôt le ressort de l'air F G H s'affoiblit, de sorte que le peu de force qui lui reste étant jointe à la pesanteur de l'eau D H, fait seulement équilibre contre la résistance des petites colomnes d'air qui pressent extérieurement, & l'eau cesse de couler.

Il faut remarquer que si les diamétres de chaque ouverture du fond D E excédoient la grandeur de 4 lignes, l'eau couleroit toûjours jusqu'à ce qu'elle fût épuisée, quoique l'ouverture F fût bien fermée.

On pourroit dire que le diamétre de la colomne d'air qui entre par l'ouverture F, & qui agit par sa pesanteur sur la surface G H, est beaucoup plus petit que tous les diamétres pris ensemble de toutes les petites colomnes d'air qui résistent extérieurement contre le fond D E. D'où on concluroit que cette colomne d'air supérieure ayant moins de masse, auroit une pesanteur moindre que la résistance de

toutes les petites colomnes d'air qui agiſſent extérieurement contre le fond D E ; & même que la peſanteur de cette colomne d'air ſupérieure, & la peſanteur de la colomne d'eau D H, ſeroient moindres que toutes les réſiſtances priſes enſemble de ces petites colomnes d'air extérieures. Mais il faut conſidérer que la colomne d'air comprime par l'ouverture F ſur la ſurface G H, comme ſi elle étoit dans toute ſa longueur, d'un diamétre égal à celui de la ſurface de ſa baſe G H (1). PLANCHE 4. *Fig.* 7.

Equilibre entre des colomnes d'air & d'eau par une preſſion perpendiculaire à l'horizon & par une horizontale.

EXPE'RIENCE XVI.

PRE'PARATION.

A B eſt une bouteille (2) percée par le côté en F (3). Le tuyau D E *Fig.* 9.

(1) Exp. 5. (2) De 3 pou. de diam. ou en- iron. (3) D'une ouverture de 3 lig. ou de 3 g. & demie de diam.

PLANCHE 4. (1) est ouvert dans toute sa longueur & est exactement cimenté en C avec la bouteille A B. Il faut que l'extrémité ou ouverture E soit au-dessous, ou du moins au niveau de la partie inférieure du trou F.

Fig. 9.

Ayant couché la bouteille A B, & appliqué le pouce à l'ouverture D pour la fermer, il faut placer un petit entonnoir à l'ouverture F, pour remplir d'eau la cavité A B. Ensuite il faut appliquer le pouce à l'ouverture F, & remettre D en haut.

Effets.

1. Ayant ôté le pouce, il ne sort par ce trou F qu'autant d'eau qu'il y en a dans le tuyau D E, & le reste A B demeure plein d'eau.

Fig. 10.

2. Si on incline cette bouteille vers l'ouverture F, l'air entre par le tuyau D E, & l'eau sort par le trou F.

Fig. 11.

3. Si on incline cette bouteille d'une maniere opposée, l'air entre par le trou F, & l'eau entre dans le tuyau D E.

EXPLICATION.

Fig. 9. Quand il y a une colomne d'eau

(1) D'environ 4 lig. de diam.

dans le tuyau D E, la pesanteur de cette colomne d'eau & la pesanteur de la colomne d'air qui presse dessus par l'ouverture D, jointes ensemble, ont une force plus grande que la résistance de la colomne d'air G H F, qui presse extérieurement contre l'eau qui tend à sortir par l'ouverture F. Alors l'équilibre cesse, & il coule de l'eau par l'ouverture F, jusqu'à ce que le tuyau D E soit vuidé au niveau du bas du trou F. Après cela la colomne d'air qui presse par le dedans du tuyau D E, ayant plus de force que la pesanteur de la colomne d'eau A E, & la colomne G H F qui presse extérieurement à l'ouverture F, ayant aussi plus de force que la pesanteur de la colomne d'eau A F, il arrive que ces deux excès de forces se trouvent égaux à cause de l'égalité de la hauteur de ces deux colomnes d'air, & de la hauteur égale des deux colomnes d'eau A E & A F, d'où il naît un équilibre au haut de l'intérieur A ; & les autres colomnes d'eau qui rempliſſent la bouteille, se trouvent en même temps en équilibre l'une contre l'autre.

PLANCHE 4. *Fig.* 9.

La bouteille A B étant inclinée vers le trou F, l'ouverture E se trouve au *Fig.* 10.

PLANCHE 4. Fig. 10.

dessus du niveau du bas du trou F. Alors la pesanteur d'une petite colomne d'eau qui s'étend depuis l'ouverture E jusqu'à la ligne horizontale G F qui passe par le bas du trou F, & la pesanteur de la colomne d'air qui agit par l'intérieur du tuyau D E, surmontent la résistance de la seule colomne d'air qui presse contre l'eau à l'ouverture F; l'équilibre cesse & l'eau coule. En même tems que cette eau coule, l'air se dilate dans le haut de la bouteille, & l'air qui entre par le tuyau D E monte vers C, parce qu'il y trouve moins de résistance.

Fig. 11. Lorsque la bouteille A B est inclinée vers la partie opposée au trou F cette ouverture F est au-dessus du niveau de l'extrémité E du tuyau, & il se forme en même tems une petite colomne d'eau qui s'étend depuis F jusqu'à la ligne horizontale E G. La pesanteur de cette colomne d'eau, & la pesanteur de la colomne d'air appliquée en F, surmontent la résistance de la colomne d'air qui presse par l'ouverture D; l'eau entre dans ce tuyau, & en même tems l'air entre par le trou F.

Au lieu d'un seul trou F, j'en ai fai-

percer 5 ou 6 autour d'une bouteille semblable à celle-ci, l'expérience y a réussi comme dans les autres ; & elle réussiroit quand même il y auroit un plus grand nombre de trous, pourvû qu'ils n'eussent pas 4 lignes de diametre, & qu'ils fussent de même hauteur. PLANCHE 4. *Fig.* 11.

Effet des larmes de verre.

EXPE'RIENCE XVII.

PRE'PARATION.

A B & C G D sont deux petites masses de verre ou de cristal, appellées *larmes*, à cause de leur figure. Il en faut exposer une au feu, par exemple C D, la faire chauffer doucement, ensuite la poser parmi des charbons ardens jusqu'à ce qu'elle devienne rouge, & ensuite la retirer. *Fig.* 13 & 14. *Fig.* 14.

Effets.

1. L'extrémité la plus grosse de la larme posée sur une table, souffrira

PLANCHE 4. plusieurs coups de marteau sans être cassée.

Fig. 14. 2. Si on rompt seulement une petite partie de la queuë, cette larme se brise avec bruit, & devient semblable à du verre broyé.

3. Si on rompt un petit bout de la queuë pendant que la larme est entierement, ou en partie, plongée dans de l'eau ou dans du vif-argent, &c. si ces fluides sont contenus dans un gobelet de verre, ce gobelet est ordinairement cassé.

4. Si l'extrémité menuë d'une de ces larmes est rompuë dans un lieu fort obscur, on apperçoit aussi-tôt une petite flamme qui commence à l'endroit de cette rupture, & qui finit vers la tête.

5. La larme qui a été chauffée étant refroidie, on la rompt où on peut, sans que le reste se brise.

EXPLICATION.

Pendant que le verre est fondu, on en prend un peu au bout d'un bâton de fer, on en fait tomber dans de l'eau commune en le secouant. Quelquefois ce verre en s'y refroidissant se

se casse en morceaux, quelquefois il reste entier en une masse plus grosse par un bout que par l'autre. Et cette masse est la larme dont il s'agit ; c'est ainsi que j'en ai vû faire. PLANCHE 4. *Fig.* 14.

Quand on a fait tomber dans l'eau ces larmes de verre fondu, la froideur de l'eau a resserré leur surface, & en a retreci les pores, pendant que le milieu de la masse étoit encore fondu, & qu'entre ces parties qui restoient encore fenduës, il y avoit un peu d'air très-dilaté. Lorsque le tout a été entierement refroidi, le peu d'air qui étoit dans ces larmes s'est condensé, & il y reste des cavitez presque vuides d'air grossier, & qui contiennent beaucoup de matiere subtile. Ces pores se terminent en pointe vers la surface extérieure, leur plus grande ouverture étant vers l'intérieur de cette larme, semblable à des entonnoirs.

Quand on rompt l'extrémité A, ou quand on fait quelque ouverture ailleurs, la matiere plus subtile que l'air que nous respirons, & plus grossiére que celle qui y est restée, ou que celle qui coule toûjours au travers de cette larme, entre en abondance *Fig.* 13.

PLANCHE 4. *Fig.* 13.

& avec impetuosité par l'ouverture qu'on a faite ; parce qu'elle y est poussée par celle qui l'environne. Les pores découverts par la rupture de cette larme, étant plus grands que chacun des autres qui se terminent à la surface extérieure, il arrive que cette matiere qui y entre avec force en remplissant ces cavitez intérieures, y fait une impulsion violente de toutes parts, & en même temps fait le même effet qu'une multitude de petits coins qui écartent de tous côtez les parties de cette larme, & la réduisent en poudre grossiére. (1)

Cet effet arrive sous le récipient de la machine pneumatique dont l'air grossier est pompé. Pour le voir, il n'y a qu'à ajuster un ressort de maniere qu'il soit tendu par un fil assez fort, & avec un verre ardent brûler ce fil. Alors le ressort tombant sur la pointe de la larme, retenuë fixement, la rompt, & la larme est reduite en poudre.

Cette larme se brise aussi dans l'eau, dans le vif-argent, &c. & le gobelet de verre dans lequel on met ces fluides, est ordinairement brisé en mor-

(1) Principes de Méchanique, page. 11

ceaux ; principalement si la larme est inclinée en la rompant, parce que son principal effort est vers le bout. Cela fait voir la rapidité de la matiere qui y entre, & qui coule d'un bout à l'autre ; & que c'est un air subtil qu'on ne peut pomper, qui demeure toûjours sous le récipient de la machine pneumatique qui coule dans les liqueurs, & qui entre avec une grande force dans ces larmes. PLANCHE 4. *Fig.* 13.

Dans l'air qui remplit ce gobelet vuide d'eau, il y a plus de matiere subtile que dans l'eau quand elle remplit ce gobelet. Si la matiere subtile étoit cause de la rupture de cette larme, elle devroit donc plûtôt faire casser le gobelet vuide d'eau que quand il en est plein. OBJECTION.

Le ressort de l'air qui remplit le gobelet, diminuë la force des fragmens de cette larme. Mais l'eau n'ayant point ou fort peu de ressort, reçoit & communique cette impression toute entiere sur le gobelet. RE'PONSE.

Pour se persuader davantage de l'entrée impetueuse de cette matiere pour causer la rupture entiere de la larme, il n'y a qu'à faire attention à la lumiere qui y paroît dans l'obscurité ; par-

PLANCHE 4. *Fig.* 13.

ce que cette matiere ſubtile entre & tombe rapidement dans l'intérieur de cette larme, excite un ébranlement à d'autre pareille matiere qui eſt dedans, & la fait jaillir vers celle qui l'environne. Cette impulſion ou ſecouſſe prompte & impétueuſe, ſe communiquant vers nous, excite en nos yeux le ſentiment de lumiere.

La larme qui a été fort chauffée, qu'on appelle *recuite*, peut être caſſée comme un autre morceau de verre ſans ſe briſer davantage. Parce que cette matiere que nous croyons y entrer par la rupture, paſſe au travers des pores avec la même facilité qu'elle y eſt entrée, ces pores ayant été élargis vers la ſurface comme au dedans par cette derniere chaleur.

Il eſt inutile de dire, que c'eſt un effet du reſſort de ces larmes ou de leur contre-coup. Car ſi on uſe doucement le gros bout d'une de ces larmes ſur une pierre à aiguiſer, ou ſi on écraſe leurs pointes avec des pincettes ſans les faire plier, elles ſe briſent de même que ſi on les rompoit par la pointe.

Quand du verre caſſé a des bulles ouvertes, ſi on en égratigne l'intérieur

avec une épingle, ce verre se casse encore en plusieurs autres petits morceaux. Il y a de ces bulles ouvertes dans beaucoup de bouchons de bouteilles faits de verre ou de cristal. PLANCHE 4. *Fig.* 13.

Elévations & élancemens d'eau par le poids de l'air & autrement.

EXPE'RIENCE XVIII.

PRE'PARATION.

A B est une petite pompe faite de bois, ou de fer-blanc, ou de cuivre, ou d'étain, ou de plomb. (1) En A est une soupape. Il y en a encore une en C. attachée au haut de l'extrémité du canal par où A B communique au tuyau C D. PLANCHE 6. *Fig.* 1.

Le tuyau C D d'un moindre diametre que A B, est retreci en D. (2) Le piston est entourré de filasse.

Effet.

Ayant plongé l'extrémité A C dans

(1) D'environ 2. pieds & 3. pouces de long. & d'un pouce & demi de diam.

(2) Et est d'une ligne de diam.

PLANCHE 6. *Fig.* 1.

de l'eau, enſuite, en élevant le piſton, l'eau entre en A B, & en foulant ſeulement avec la main ſur E, j'ai fait monter un jet-d'eau par D à environ 40 pieds de haut.

EXPLICATION.

En élevant le piſton, la premiere ſoupape en A laiſſe entrer l'eau que le poids de l'air extérieur y pouſſe; enſuite en abaiſſant le piſton, le poids de l'eau fait fermer la ſoupape. Cette eau ainſi preſſée par le piſton ne peut ſortir par où elle étoit entrée, alors elle paſſe rapidement dans le tuyau C D & ſort par D. Et quand le piſton eſt encore élevé derechef, la ſoupape en C empêche l'eau du tuyau C D de retomber en A B. Par ce moyen les colomnes d'eau du tuyau A B & du tuyau C D étant contiguës, la preſſion faite dans le tuyau A B, fait auſſi-tôt jaillir l'eau par D.

Il y a trois ſortes de pompes, ſçavoir, les pompes foulantes, les pompes aſpirantes, & les pompes foulantes & aſpirantes. L'effet de ces deux dernieres dépend de la peſanteur de l'air. Il faut remarquer d'abord la

construction des pistons, celle des soupapes, & comment on joint les extrémitez des tuyaux. PLANCHE 5.

Le piston A B fait de bois arrondi, touche seulement par le bord A C la surface intérieure de la pompe, & fait effort contre l'eau par cette partie A C. Il faut attacher du cuir autour de A C avec des clous, & le faire un peu déborder ou exceder. Plus l'eau sera pressée, plus le cuir A C pressera contre l'intérieur de la pompe, & moins il laissera passer d'eau. On attache à ce piston un manche B D d'une longueur suffisante, & sur un trou qui est au milieu de A C, on applique en dehors une soupape, ou dans la fenêtre AB, comme nous allons voir. *Fig.* 21.

Les soupapes sont ordinairement de cuir AB, chargées d'un peu de plomb. Il y en a de cuivre de la figure d'un cone coupé & d'une épaisseur mediocre; par exemple C, qui entre exactement dans son ouverture. Il faut attacher ces soupapes par le côté avec une petite charniere. *Fig.* 22.

Pour attacher le bout d'un tuyau N à l'extrémité d'un autre P en L M, il faut qu'à leurs extrémitez il y ait des rebords larges, applanis, & d'u- *Fig.* 26.

PLANCHE 5. ne épaiſſeur ſuffiſante. Entre les deux rebords de ces tuyaux il faut poſer

Fig. 27. l'anneau applati E F de cuir. Enfin y ayant des trous en L, M, &c. il faut

Fig. 26. y paſſer des chevilles de fer, par exemple G, joindre ces bords en les ferrant avec des clavettes auſſi de fer, par exemple H. Au lieu de chevilles de fer & de clavettes, on peut ſe ſervir de vis & d'écrous.

Fig. 28. A B eſt un gros tuyau attaché avec un autre d'un plus petit diametre M N. Il y a une ſoupape à l'endroit M qui s'ouvre de M vers N. C D eſt le piſton percé. Au bas de ce piſton eſt une ſoupape ou valvule E. Le tuyau A B eſt plongé dans l'eau, ſoutenu & retenu par quelque charpente de bois. Le piſton C D eſt mû par le moyen de ſon manche attaché à quelque manivelle ou levier.

Le piſton C D étant élevé, l'eau deſcend, & par ſa peſanteur fait ouvrir la ſoupape E. Après avoir rempli la cavité E A M, quand le piſton baiſſe & foule l'eau, elle ne peut ſortir par où elle eſt entrée, parce qu'elle fait fermer la ſoupape E. Cette eau ainſi preſſée fait ouvrir la ſoupape en M, monte & ſort par l'ouverture

verture N. Quand le piſton CD remonte, l'eau de l'eſpace MN, à cauſe de ſa peſanteur, fait fermer la ſoupape M, & ne retourne point dans la cavité MEA, mais il y en entre d'autre par l'ouverture FB; & toûjours de même pendant le mouvement du piſton CD. C'eſt une *pompe foulante.* PLANCHE 5. *Fig.* 28.

Il y a une autre diſpoſition de pompe foulante qui n'eſt pas ſi ſujette à ſe remplir de ſable & d'autres impuretez, qui apportées avec l'eau, rendent les ſoupapes défectueuſes. AB eſt la pompe plongée dans l'eau. BCD eſt le tuyau qui conduit l'eau qu'on éleve. En C eſt une ſoupape qui empêche l'eau de deſcendre quand elle eſt montée vers D. GHL eſt un fer attaché au manche du piſton en P. EF eſt le piſton percé, recouvert d'une ſoupape NF. LM eſt une verge de fer, ou une piéce de bois, laquelle étant élevée & abaiſſée, fait mouvoir GHL, & le piſton EF. Quand ce piſton eſt abaiſſé, l'eau paſſe au travers & entre dans la cavité N de cette pompe. Quand le piſton eſt élevé, la ſoupape FN eſt fermée à cauſe de la peſanteur de l'eau, & alors l'eau *Fig.* 29.

PLANCHE 5. *Fig.* 29. PLANCHE 9. *Fig.* 1.

étant preſſée, monte dans le tuyau B C D.

A B eſt une pompe aſpirante. Dans B G eſt placé un boiſſeau à deux fonds, fait de cuivre, de plomb ou de fer-blanc. Le fond inférieur eſt percé de pluſieurs trous pour empêcher les ſaletez de monter avec l'eau dans la pompe. Au fond ſupérieur de ce boiſſeau en G eſt une ſoupape H retenuë par une charniere. Ce boiſſeau B G peut être ôté ou remis facilement, pour voir ce qui peut y être défectueux après un long uſage. C E eſt le piſton percé en E F, & qui a une ſoupape ou valvule en F. F K eſt le manche du piſton qui eſt attaché en C F au piſton; & en K il eſt attaché à une barre de fer K L M, ſoutenu en L par un eſſieu & par une piéce de bois D L attachée à la pompe. Quand l'extrémité M eſt élevée ou abaiſſée, le piſton C E eſt en même temps abaiſſé ou élevé avec l'air de deſſus, & alors l'eau étant moins preſſée en B G ſouléve la ſoupape H, & entre dans la cavité H E. Quand le piſton C E eſt abaiſſé, l'eau ne peut ſortir par H où elle étoit entrée, par ce que la valvule en H ferme le paſſa-

ge. Cette eau passe par le canal E F, PLANCHE 9.
soulève la soupape F, & se place sur
le piston C E. Après avoir continué *Fig. 1.*
à faire ainsi monter & descendre le
piston C E, le haut F A de la pompe devient plein d'eau, & enfin elle coule par l'ouverture I.

J'ai vû à l'Arsenal de Paris une pompe à peu près de cette façon placée dans le puits Q R. On m'a dit que depuis A jusqu'à l'autre bout B, il y avoit environ 30 pieds de profondeur; & que le tuyau A B étoit composé de plusieurs piéces de bois percées & ajustées l'une au bout de l'autre (1). Le piston N O est représenté séparément afin de mieux l'examiner. Il est de bois. Il y a une fenêtre au travers ce piston pour y placer la soupape; & en P O est du cuir attaché avec des cloux.

J'ai vû à Paris dans l'Hôtel des *Fig. 2.*
Mousquetaires du Faubourg saint Antoine une pompe aspirante peu différente de la précédente. A B est la pompe (2); elle est continuée en B

(1) La distance de K à L m'a paru d'environ 4 ou 5 pouces, & celle de L à I d'environ 6 pieds.

(2) De 4 pouces de diamétre. B L est

PLANCHE 9. Fig. 2.

C D E dans le puits N E. En C & en D il y a des valvules. En H eſt attaché le manche du piſton L. En I eſt un eſſieu ſur lequel eſt mûë la barre de fer H I G K, & le tout eſt ſupporté par une piéce de bois F G placée dans la terre par le bas & attachée par le haut & par le milieu à une muraille qui eſt derriere. En O eſt une cheville de fer pour empêcher que la barre de fer I G K ne paſſe plus loin quand on la remuë. M & N ſont des tuyaux de plomb par où l'eau coule. Pour faire hauſſer & baiſſer le piſton L, & élever l'eau du puits, il n'y a qu'à mouvoir le fer I G K, comme dans la pompe précédente.

On avoit fait des pompes aſpirantes qui pouvoient fournir beaucoup d'eau à chaque mouvement du piſton, parce que ce qui tenoit lieu de ſeringue étoit fort gros. Le corps d'une de ces pompes étoit compoſé de quatre planches attachées enſemble. Les ſurfaces du piſton étoient quarrées

---

à 6 pieds de profondeur dans la terre ou environ, & C E à 6 autres pieds. H I eſt d'environ 8 pouces, & I G m'a paru d'environ 6 pieds.

Ce piſton étoit creux, ſemblable à un ſceau qui a un fond, & étoit revêtu de cuir à ſes deux bouts. Les ſoupapes de la pompe & du piſton étoient des planches de cuivre quarrées. Ces pompes pouvoient ſervir à deſſécher des marais, &c. (1). PLANCHE 9. Fig. 2.

A B eſt une pompe aſpirante & foulante. G L M eſt un tuyau d'un moindre diametre, qui contient une ſoupape en L. G H eſt un autre tuyau dont le bout H eſt plongé dans l'eau ; & en G eſt une ſoupape. Quand on éleve le piſton C D avec ſon manche E, l'eau monte par le canal H G, & remplit la cavité C A F G L. Quand on abaiſſe ce piſton C D, l'eau montée dans la cavité C I étant preſſée, ferme la ſoupape G, & en ouvre une autre en L pour monter vers M. Quand le piſton C D remonte, la ſoupape L eſt fermée par le poids de l'eau de la cavité L M, de nouvelle eau entre dans la cavité C G L, pour remonter enſuite vers M. PLANCHE 5. Fig. 31.

Il y a d'autres pompes aſpirantes & foulantes. A B eſt la pompe où eſt at- PLANCHE 6. Fig. 2.

(1) Journal des Sçavans du 10. Janvier 1678.

PLANCHE 6. Fig. 2.

taché le tuyau communiquant I N P, qui contient une soupape en M, & qui a son extrémité I plongée dans l'eau. L'autre tuyau communiquant B Q R, contient aussi une soupape en Q. Le piston C D est attaché par son manche au chassis de fer E F G, qui est mû par le moyen de la piéce G H. Quand le piston C D est abaissé, l'eau monte dans le canal I M, & léve la soupape M pour entrer dans la pompe P D. Pendant qu'une force en H éléve le piston, l'eau ferme la soupape M & léve l'autre en Q, monte & sort par R.

Le principal défaut des pompes où il y a aspiration, c'est que l'air trouvant quelque entrée dans la pompe, l'eau ne monte point, ou peu. Ce qui n'arrive pas dans les pompes où l'eau couvre le dehors des pistons, parce qu'elle occupe les passages de l'air; ce que vous apercevrez à la seule inspection de la planche 5. fig. 29. & des planches 6. & 9. fig. 1. & 2.

PLANCHE 8. Fig. 1.

J'ai vû à Paris des pompes dont on se sert pour tâcher d'éteindre le feu quand il arrive des incendies. Elles sont faites ainsi.

A B est un ais attaché & entaillé en

travers sur un autre ais C D ; l'un & l'autre d'une épaisseur considérable. PLANCHE 8.

A B porte en E F & en G H les bouts des deux pompes sur quatre éminences, entre lesquelles sont quatre ruisseaux. F G est un espace un peu creusé pour porter le bout du vaisseau qui est entre ces pompes. C D contient quatre trous à ses deux bouts, servans à retenir par le dessous les têtes de quatre longues vis, comme on les voit en DDDD. [*fig.* 8.] Et ces deux ais ainsi ajustez avec ces quatre vis, sont posez sur le fond de la cuve I L *Fig.* 2.

Cette cuve I L est de cuivre (1) faite en ovale. Elle pourroit être de bois.

M & N sont deux tuyaux de cuivre (2) qui sont les pompes. Au *Fig.* 3. bas de chacun est une ouverture (3) où est attachée une soupape de cuivre par une charniere, comme R. [*fig* 4.] Ces deux tuyaux M & N sont attachez au vaisseau O P (4) par deux tuyaux de

(1) Haute de 16 pouces, de même que les pompes M & N [*fig.* 3.] & environ de 20 pouces de long. (2) de quatre pouces de diam.

(3) D'un pouce & 3 quarts.

(4) De 8 pouces de diam.

PLANCHE 8. communication qui ont des soupapes dans ce vaisseau O P, qui est fermé par le haut O. Ces tuyaux de communication sont couverts de cuir & liez avec des cordes poissées. P Q est un tuyau pour conduire l'eau hors du vaisseau O P.

Fig. 3.

Ces pompes M & N, & le vaisseau O P étant ainsi disposez, sont mis dans la cuve I L [*fig.* 2.] sur le bois A B, [*fig.* 1.] & autour de cela est posé le circuit de caisse S T, [*fig.* 5.] percé d'une multitude de trous, pour servir de crible, afin d'empêcher que quelques saletez n'entrent avec l'eau dans les pompes.

Fig. 6.

Le piston A D est composé d'un rond de bois B C. Aux deux bouts de B C sont deux autres ronds fait de liége, sur lesquels sont clouez deux cuirs, & par-dessus ces deux premiers cuirs sont cousus deux autres cuirs, de maniere qu'ils sont en ligne droite A C & B D. Ces trois ronds A B, B C, C D, sont retenus par une broche, dont un bout est un anneau pour recevoir le crochet d'un manche; à son autre bout en E, est une vis avec un écrou qui serre fortement ce piston A D; & cet écrou est encore retenu

par une autre petite vis. Ces vis & écrous ſont dans le bout du piſton plus profondément que le bord A du cuir d'environ un pouce. PLANCHE 8. Fig. 6.

F G & H I eſt une même piéce de bois (1). En L & M ſont deux ouvertures pour mettre les bouts du haut des pompes. Vers le bout F ſont deux autres trous, & de même vers G. C'eſt pour recevoir les vis dont F G ſera retenu par le dehors de la cuve. Et dans l'eſpace H I ſont quatre autres trous pour contenir les bouts des vis dont F G ſera retenu par dedans cette cuve. Fig. 7.

A B eſt une barre ou levier de fer attaché en C à un eſſieu porté par deux fers attachez à d'autres fers, fortement retenus ſur le bois en D D D D par les vis du dedans de la cuve. Ces deux fers qui portent l'eſſieu ſont encore attachez l'un à l'autre par une cheville de fer comme Z. [*fig.* 9.] La piéce de bois poſée ſur la cuve eſt auſſi attachée par quatre vis E E E E à une autre forte piéce de bois F G poſée ſous cette cuve. En H & H (2) ſont Fig. 8.

(1) De 3 pouces d'épaiſſeur ou environ.

(2) Loin de l'eſſieu ou point d'appui C d'environ 4. pouc.

PLANCHE 8.

attachés à A B les bouts des manches des piſtons I, K, de maniere qu'ils

Fig. 8.

ſont mobiles chacun autour d'un petit eſſieu ſemblable à Z. [*fig.* 9.]

L L L L eſt un chaſſis de bois pour ſupporter le ſac L M fait de coutil poiſſé. Ce ſac eſt continué par un tuyau O O P auſſi de coutil poiſſé; & eſt éloigné des pompes ſelon l'endroit où on puiſe l'eau, & aſſez loin de ceux qui font mouvoir les piſtons de peur de les embarraſſer. En N eſt un rets ou filet dont les mailles ſont ſerrées, pour empêcher que quelques ſaletés ne ſoient entraînées avec l'eau qui embarraſſeroient les ſoupapes.

Ce tuyau peut être allongé en ajoûtant une ou pluſieurs parties attachées avec des vis & écrous en O O, &c. On peut auſſi le racourcir ſelon le beſoin. Il finit à l'ouverture P de la cuve où il eſt attaché.

Q R S eſt un tuyau de cuivre pour conduire l'eau hors du vaiſſeau qui eſt entre les pompes. En S eſt attaché le commencement du tuyau de cuir S T T V. Ce cuir eſt enduit de ſuif, de cire, &c. pour le rendre ſouple ſans qu'il ſaliſſe les mains, & eſt imbibé d'infuſion de coloquinte, ou autre

semblable préparation pour le défendre des souris. V X est un tuyau de cuivre(1) Le tuyau de cuir S T V peut être allongé quand il faut monter en haut, il n'y a qu'à ajouter des portions T T, & les attacher en T T, avec des vis & écrous de cuivre. Et pour ne point tourner tout le tuyau de cuir quand on l'allonge, à ces endroits T T, on peut ajuster des écrous ou des vis tournantes. PLANCHE 8. *Fig.* 8.

Vers les bouts A & B du levier sont des anneaux pour passer les bois ou fers (2) [*fig.* 10.] Y & Y. Et avec cela deux ou quatre hommes foulent fortement & alternativement sur les bouts A & B du levier.

A la piece de bois F G sont attachées quatre cordes à des crochets de fer. Par ce moyen quatre hommes portent tout l'équipage à l'endroit où il est nécessaire.

J'ai vû aussi de ces instrumens où il n'y avoit que la partie A C du levier

(1) De 3 pieds de long ou environ, & d'un pouc. & demi de diam. en V, & de 4 lig. en X.

(2) longs de 4 pieds ou environ

PLAN. CHE 8. *Fig. 8.*

retenuë en C ; la pompe H I, & le vaiſſeau qui y eſt attaché avec le tuyau Q R S T qui en ſort ; la cuve plus petite & le reſte à proportion.

L'uſage eſt de mettre beaucoup d'eau dans le ſac L L M, laquelle coule dans la cuve. Lorſque B & le piſton K ſont élevés, l'eau entre dans cette premiere pompe ; & quand A & le piſton I ſont élevés, l'eau entre dans cette ſeconde pompe ; mais le piſton K foule en même temps l'eau de la premiere pompe, dont la ſoupape ſe ferme ; & une autre ſoupape eſt ouverte dans le vaiſſeau qui eſt entre les pompes, & cette eau y entre. Quand le piſton K eſt encore élevé, l'eau de la ſeconde pompe eſt preſſée par le piſton I, & la ſoupape de cette ſeconde pompe ſe ferme, & une autre s'ouvre dans le vaiſſeau qui eſt entre les pompes où cette eau entre auſſi. Chaque ſoupape de ce vaiſſeau étant fermée par le poids de l'eau lorſque chaque piſton du même côté eſt élevé, & l'air étant auſſi preſſé par cette eau dans le haut de ce vaiſſeau, il ſe fait par ſon reſſort une preſſion continuelle avec les preſſions alternatives de ces piſtons. Alors continuant

à élever ainsi & à abaisser fortement les bouts A & B, l'eau est chassée impétueusement par le tuyau Q R S T V, & elle sort par la petite ouverture X avec une viteſſe, une force, & à une distance surprenante. PLANCHE 8. *Fig.* 8.

Pour élever de l'eau, on peut faire une rouë bien épaisse, composée de planches bien jointes des deux côtez, creusée en dedans; la partager depuis la circonférence à l'essieu qui est aussi creux; faire des ouvertures à la circonférence par où l'eau entrera dans les cavitez de cette rouë pendant qu'elle tournera. Et pour la faire tourner, il faut y ajuster des aîles autour, & la placer dans une eau assez rapide. Cette eau passera de ces cavitez dans l'essieu, pour sortir par le bout de ce même essieu. PLANCHE 6. *Fig.* 3.

Il y en a qui aimeroient mieux que depuis la circonférence jusqu'à cet essieu il y eût des canaux creux & courbez; de sorte que quand la rouë tourneroit, l'eau y pût couler plus facilement en montant doucement. Alors l'eau ne seroit point élevée trop haut, ni avec trop de violence pour retomber dans la cavité de l'essieu. *Fig.* 4.

Il y a des rouës d'une autre conſ- *Fig.* 5.

PLANCHE 6. Fig. 5.

truction, dont les vaiſſeaux A, B, C, &c. attachez un peu obliquement à la circonférence, puiſent l'eau, & l'élévent pour la décharger dans le vaiſſeau commun D qui en eſt un peu éloigné.

Du Reſſort en général.

Un corps plié ou comprimé, étant devenu libre, s'il ſe rétablit dans ſon premier état, cette propriété eſt appellée *reſſort*. Pluſieurs croient que la matiére ſubtile eſt la cauſe du reſſort dans les corps groſſiers. Cette matiére entre dans les pores par la ſurface convexe du corps qui eſt plié. Mais parce que les pores ſont plus larges vers la ſurface convexe, & qu'ils deviennent étroits, & ſe terminent en forme d'entonnoirs vers la ſurface concave; alors cette matiére ſubtile étant entrée en abondance par la ſurface convexe, & ne pouvant pas ſortir auſſi facilement par les ouvertures des petits canaux qui ſe terminent à la ſurface concave, forme comme un fort grand nombre de petits coins pour forcer les ouver-

tures des pores de la surface concave à se dilater. Or ces pores ne se peuvent dilater qu'en redressant le corps-même, & tous ces petits coins, ou toutes ces petites forces jointes ensemble, font une force considérable pour faire ce redressement. C'est ce qui fait la force du ressort ordinaire des corps. PLANCHE 6. Fig. 5.

Un de ces corps à ressort étant long-temps pressé ou plié, perd beaucoup de son ressort, & même enfin le perd entiérement. Parce que la matiére subtile à force de passer rapidement par ces pores plus étroits de la surface concave du corps plié, & à force de faire violence contre leurs surfaces intérieurs, il arrive que peu à peu elle en détache de petites parties; de sorte qu'enfin les passages y deviennent assez grands pour que cette matiére subtile en sorte aussi facilement qu'elle y est entrée. Les parties d'air conservent toujours leurs ressorts, parce que cette matiére subtile passant à travers les petites parties d'air, elles ne peuvent pas être usées & rongées comme les autres corps plus grossiers.

Selon d'autres il n'y a que l'air qui ait du ressort, celui des autres corps vient de l'air qui y est enfermé, & les

PLANCHE 6. Fig. 5.

parties d'air étant considérées comme autant de petits bâtons courts, ronds, roides & inflexibles, nageans dans de la matiére beaucoup plus subtile, il est facile de voir d'où lui vient ce ressort, & comment il le conserve. Car plus l'air est comprimé, ces petits bâtons qui le composent étant plus proches l'un de l'autre, la matiére subtile y coule plus rapidement, & tend à écarter avec d'autant plus de forces ces petites parties d'air l'une de l'autre. Mais si l'air cesse d'être pressé, la matiére subtile coulant entre ses parties, agit de même qu'un grand nombre de petits coins, l'écarte librement, & en fait la dilatation. Le ressort de l'air ne doit donc jamais se perdre, quoiqu'il soit toujours comprimé.

PLANCHE 5. Fig. 24. & 25.

Pour expliqner la cause du ressort des corps grossiers, j'aimerois mieux dire qu'en courbant un corps, on déplace ses parties, qui laissent des petits espaces vuides d'air grossier, par exemple en A, B, C, &c. Les points D D D D D servants de points d'appui; & qu'aussi-tôt qu'on laisse le corps à sa liberté, la pesanteur de l'air extérieur repousse les parties de ce corps dans leur premiere situation. Car il n'y a

pas d'autre réſiſtance en dedans que celle d'une matiére ſubtile qui céde à la forte impreſſion de l'air groſſier extérieur. Cette matiére ſubtile céde, parce qu'elle paſſe librement à travers les pores du corps, & circule pour aller occuper la place de l'air qui pouſſe extérieurement, de même que quand on vuide d'air groſſier la pompe de la machine pneumatique, ſi on quitte le piſton, il retourne tout ſeul impétueuſement par un effet de la peſanteur de l'air groſſier, & plus il reſte d'air groſſier dans la pompe moins promptement le piſton remonte & avec moins de liberté (1); de même plus il y auroit d'air enfermé dans les corps, moins leur reſſort agiroit librement, à cauſe de la réſiſtance qui ſe trouveroit au dedans. Cette explication paroît fondée ſur la raiſon & ſur l'expérience. Le reſſort ſe peut perdre par le frottement qui uſe les petites parties enclavées l'une dans l'autre, & qui donne entrée & paſſage à l'air groſſier. Le plomb n'a point de reſſorts, parce qu'en le pliant ſes parties gliſſent l'une ſur l'autre, & par la preſſion de l'air, les par-

PLANCHE 5. *Fig.* 24.

(1) Expér. 35.

PLANCHE 4. *Fig.* 24. ties voiſines de celles qui ſont déplacées, rempliſſent les eſpaces qui ſeroient laiſſées vuides d'air groſſier, elles ſe ſuccédent l'une à l'autre, & le tout s'étend & s'applatit un peu; ce qui eſt une ſuite de la denſité de ce métal qui en fait la péſanteur.

Le reſſort des corps étant libre, rend autant de mouvement qu'il en a reçu.

EXPE'RIENCE XIX.

PRE'PARATION.

PLANCHE 3. *Fig.* 10. & 11. A, C, D, F, G, H, &c. ſont des boules à reſſort faites d'yvoire, ou de marbre, &c. égales (1), poſées ſur une ſurface plane, à niveau, & ſi on veut, couverte d'un linge ou d'un tapis.

Effets.

1. Les boules C, D, ou F, G, H, &c. en repos, ſe touchant l'une l'autre en ligne droite, la boule A venuë en B ſuivant cette ligne droite qui paſſe par leurs centres, ayant cho-

(1) Chacune d'environ 15 ou 18 lignes de diamétre.

qué C, la derniere D ſera muë vers E avec pareille viteſſe que la premiere, & les autres demeureront en repos. PLANCHE 3. *Fig.* 10.

2. Si F & G ſont muës enſemble vers les autres en repos, après le choc les deux dernieres L & M ſe mouveront enſemble, & F, G, H, &c. demeureront en repos. Si on en fait mouvoir enſemble trois, trois autres ſe mouveront enſemble, & ainſi de ſuite. *& 11.*

PREMIERE EXPLICATION.

Conſidérons premiérement les maſſes égales de A & de C, ſans faire attention au reſſort. Après le choc, le mouvement de A ſera partagé également entre A & C. *Fig.* 10.

Examinons enſuite l'effet du reſſort. Pendant le choc, le reſſort de A étant comprimé à proportion du mouvement que A aura donné à C, en ſe dilatant rendra à A ſuivant une direction oppoſée autant de mouvement qu'en à eu C. Mais A avoit encore conſervé & retenu une quantité du mouvement dirigé vers C, qui eſt une moitié du total, & égale à celle du reſſort. De ces deux quantitez de

PLANCHE 3. *Fig.* 10.

mouvement, égales & oppoſées, il naît en A un équilibre, & A étant parvenu en B demeure en repos. Enfin pendant le choc le reſſort qui eſt vers A au corps C, a été plié à proportion du mouvement qui lui a été donné. Il lui en étoit donné la moitié du total; outre cela le reſſort de C, en ſe dilatant, donne encore à C une autre moitié de ce mouvement. Après le choc, C a donc autant de mouvement qu'en avoit A avant le choc, & A n'en aura plus.

Par le même raiſonnement C en frappant D, lui communique tout ſon mouvement, & D ne trouvant point d'obſtacle ſe meut vers E avec autant de mouvement que A en avoit eu.

SECONDE EXPLICATION.

Sans faire attention aux maſſes, ne conſidérons que le reſſort. La boule A ayant roulé en B, & frappant C, alors les deux endroits par où les corps B & C ſe touchent, ſe trouvent comprimés & un peu applanis. Cette partie ainſi applanie du corps B, en ſe rétabliſſant par ſon reſſort dans le même état qu'auparavant, repouſſe le

corps B vers A ; mais cette force de ressort qui agit de B vers A est égale à la force qu'on avoit imprimée pour aller de A vers B. De ces deux pressions égales & opposées il doit naître équilibre, & le corps A étant en B, doit y demeurer en repos. La partie à ressort du corps C qui avoit été comprimée par le choc du corps B, en se dilatant, tend à faire mouvoir le corps C vers D, & alors les parties où les corps C & D se touchent, se trouvent comprimées & pliées. C'est pour cela que la partie du corps C qui vient de souffrir cette derniere pression, en faisant effort pour se dilater, tend à pousser le corps C vers B ; mais en même temps ce corps C étoit poussé d'une force égale vers D. De ces deux forces égales il naît encore un équilibre, & ce corps C demeure en repos. Il reste la partie du corps D pliée par cette pression, & considérée en dernier lieu. Cette partie du corps D, en se dilatant, pousse & fait mouvoir librement ce corps D vers E, parce qu'il ne s'y trouve plus d'obstacle ; & cette boule D se meut avec la même viteſſe qu'avoit eu d'abord la boule A, parce que cette partie comprimée

PLANCHE 3. *Fig.* 10.

PLANCHE 3. dans le corps D, ſe dilate avec une force égale à celle qui l'avoit comprimé.

Fig. 10. *Fig.* 11. Si cette expérience eſt faite avec quatre ou cinq boules F, G, H, L, M, &c. après pluſieurs impulſions, répulſions & équilibres, la derniére boule M ſe mouvera ſeule.

Si on fait mouvoir en même temps les deux boules F & G, pendant ce mouvement, F n'agit point encore ſur G; mais la boule G frappant d'abord la boule H, auſſi-tôt comme dans le premier effet, la derniére boule, qui eſt M, ſe meut, & G, H, L, demeurent en repos : immédiatement après vient la boule F, & rencontrant la deuxiéme boule G, déja en repos, la frappe, & fait mouvoir la pénultiéme boule L. Et comme les deux inſtans des chocs faits par les boules F & G ſe ſuivent immédiatement, les deux boules L & M doivent auſſi ſe ſuivre immédiatement.

Si trois boules étoient muës enſemble vers d'autres en repos, il n'y auroit qu'à diſtinguer de même trois inſtans pour les trois chocs, & on verroit facilement pourquoi, après la rencontre, les trois derniéres ſe mouveroient,

le reſte étant en repos, & de même d'un plus grand nombre. PLANCHE 3.

Ces expériences réüſſiroient mieux, ſi ces boules étoient l'une auprès de l'autre, & ſuſpenduë par des fils de deux ou trois pieds de long, parce qu'il n'y auroit point de frottement, comme il arrive ſur une table. *Fig.* 12.

Puiſqu'il ne ſe paſſe rien dans le monde ſans mouvement, & ſans une infinité de chocs entre les parties de matiéres ſenſibles ou inſenſibles, il y a des explications où ces remarques ſeront fort utiles.

PLANCHE 4.

Fig. 15.

EXPE'RIENCES

Sur le reſſort de l'air ſeulement.

La chaleur dilate l'air, & le froid le reſſerre.

EXPE'RIENCE XX.

PRE'PARATION.

A G eſt une bouteille de verre (1). Il faut y mettre un peu d'eau commune où eſt diſſous un peu de vitriol bleu, & y ajouter de l'eſprit volatil de ſel armoniac, pour la colorer afin de la voir mieux. Enſuite il faut y mettre le bout d'un tuyau C D ouvert en C & en D (2), & le cimenter exactement en G à l'ouverture de la bouteille. Enfin par l'ouverture D il faut ſouffler un peu d'air dans la bouteille A G. Cet air occupera la

(1) De 2 pouc. de diam. ou environ.

(2) D'une lig. de diam. & de 3 ou 4 pieds de long.

haut

PLANCHE 4.

haut de A G, & étant plus condenſé que l'air extérieur, il fera monter & ſoutiendra la liqueur A B dans le tuyau C D vers F.

Fig. 15.

Effets.

1 Si on échauffe la bouteille A G, quand même ce ne ſeroit qu'avec la main, auſſi-tôt la liqueur monte fort ſenſiblement dans le petit tuyau C D.

2. Si on ceſſe de l'échauffer, la liqueur deſcend peu-à-peu, à meſure que l'air contenu dans la phiole A G refroidit. Et pour faire deſcendre cette liqueur plus promptement, on peut plonger la phiole A G dans l'eau froide.

EXPLICATION.

L'action du reſſort de l'air augmente lorſqu'il eſt échauffé; cette expérience le prouve. Les petites parties de matiere ſubtile, dont la rapidité cauſe la chaleur, s'inſinuent entre les parties de l'air de la bouteille A G comme une multitude de petits coins, & les écartent à proportion que la chaleur eſt grande, & cela eſt appellé *raréfaction*. Cette matiere ſubtile ſortant hors de la phiole A G par les pores du ver-

PLANCHE 4.

re, & se dissipant peu à peu entre les parties de l'air extérieur, les parties de l'air intérieur de la phiole A G se rapprochent l'une de l'autre, & tout cet air intérieur occupe moins de place; c'est ce qu'on appelle *condensation*. Alors la liqueur du tuyau C D descend, parce que la force qui l'empêchoit de descendre diminuë. Lorsqu'on plonge la phiole A G dans de l'eau froide, la liqueur C F descend plus promptement, parce que le mouvement des petites parties de matiere qui faisoient la chaleur, cesse plus promptement à la rencontre des parties de l'eau qui sont plus en repos que celles de l'air extérieur. Cet instrument faisant connoître les degrés de chaleur ou de froideur, est appellé *Thermométre*.

Fig. 15.

Fig. 16. La bouteille K G H (1) est construite de même, mais d'un verre noir ou obscur, pour que l'effet paroisse plus beau à certaines personnes. Il faut y mettre de l'eau-de-vie G L H, parce qu'elle ne se glace point en hyver; y ajouter le tuyau de verre transparent L I, (2) le cimenter à la bou-

(1) De 3 po. & dem. de dia. ou environ.

(2) De 6 lig. de diam. ou environ, & de 9 ou 10 pouc. de haut.

teille en K, & laiſſer un petit trou vers I. Il faut placer dans ce tuyau I L une petite image d'émail ſoudée ſur une petite phiole cylindrique, aſſez grande pour que l'image & la phiole ſoient plus légeres qu'un pareil volume de liqueur, & qu'elle nage ſur cette liqueur. PLANCHE 4. *Fig.* 16.

Quand on échauffe avec les mains la bouteille G H, l'action du reſſort de l'air enfermé dans G H K, étant augmenté par la chaleur, il comprime plus fortement la ſurface de la liqueur G L H, & l'oblige de monter dans le tuyau I L. Alors ceux qui ne connoiſſent point la cauſe de ce mouvement, voyant une figure qui ſort de la bouteille G H, ont auſſi-tôt la curioſité de l'examiner.

Les cavités qui ſont dans le pain, principalement dans celui de froment, ont encore un effet du reſſort de l'air. Car lorſqu'on prépare la pâte, outre l'air qui y étoit contenu, on y en enferme encore, & tout cet air ſe dilate par la chaleur du four pendant la cuiſſon. Plus la pâte eſt liée, plus ces cavités ſont grandes, parce qu'elle s'étend davantage ſans laiſſer échapper l'air dilaté.

PLANCHE 4. *Fig.* 15.

L'inſtrument A B D peut ſervir utilement à examiner promptement les degrés de chaleur ou de froideur de la main ou du fluide où il eſt plongé, parce que le mouvement de la liqueur de ce Thermométre eſt fort ſenſible. Mais il ne peut ſervir ſûrement à faire voir les degrés de chaud ou de froid de l'air extérieur. Car l'air extérieur agiſſant par l'ouverture D ſur la liqueur contenuë dans le petit tuyau C D, preſſe la liqueur plus dans un temps & moins dans un autre, comme dans les Barométres. Alors l'air enfermé dans la phiole A G pourroit faire monter cette liqueur plus haut dans un temps, & moins haut dans un autre, quoique l'air extérieur eût pendant tout ce temps le même degré de chaleur. Les différentes températures de l'air qui nous environne paroiſſent plus ſûrement par l'expérience ſuivante, mais moins promptement.

Une preuve très-ſimple, que l'air ſe dilate par la chaleur, & ſe reſſerre par le froid, eſt d'avoir une veſſie flâque ou lâche, & bien liée par ſon col & de l'approcher à un feu de charbons en la tournant ſouvent, alors elle s'enfle fortement, & ſe flétrit étant refroidie.

PLANCHE 4.

La chaleur dilate les liqueurs, le froid les reſſerre. Fig. 17.

EXPE'RIENCE XXI.

PRE'PARATION.

A la phiole ou petite bouteille M (1) on a foudé le petit tuyau O M (2) On a mis à l'extrémité O un petit entonnoir, pour y conduire de l'eſprit-de-vin coloré; dans cet entonnoir & dans le petit tuyau O M, on a fait entrer un long fil de leton délié, qu'on a retiré & avancé pluſieurs fois, pour faire deſcendre l'eſprit-de-vin coloré dans la phiole M, & pour la remplir juſques vers N. On choiſit le temps d'un froid fort âpre pour faire un de ces Thermométres, qui ſert de régle pour la hauteur de la liqueur dans ceux qui ſont conſtruits dans d'autres ſaiſons. Enfin on ôte l'entonnoir, on échauffe doucement la phiole M; alors l'eſprit-

(1) D'environ 2 pouc. de diam.
(2) D'environ une ligne & dem. de diam. & de 3 pieds de haut.

PLANCHE 4. Fig. 17.

de-vin, ou l'air qui y eſt contenu ſe dilate, & la liqueur monte peu-à-peu vers l'extrémité O. Lorſqu'il s'en faut environ un pouce que la liqueur ne ſoit montée en O, on ferme exactement cette extrémité O, en la faiſant fondre à la lampe d'un Emailleur.

Effet.

Quand l'air qui nous environne eſt chaud, l'extrémité de la liqueur qui eſt en N monte; & quand cet air eſt froid, elle deſcend.

EXPLICATION.

Cet inſtrument eſt appellé *Thermomètre de Florence.* Les parties de l'eſprit-de-vin ſont écartées l'une de l'autre par d'autres parties de la matiere ſubtile qui compoſe la chaleur. Et par cet écartement le volume devient plus grand, & occupe plus de place dans le tuyau, de même que l'air qui a été dilaté dans l'expérience précédente. Pendant le froid ce mouvement & cet écartement diminuent, les parties de l'eſprit-de-vin ſe rapprochent plus l'une vers l'autre, le volume total

diminuë, & la liqueur descend dans le tuyau, parce que la matiére subtile y est en moindre abondance. PLANCHE 4. *Fig.* 17.

Si la boule est trop grosse, & le tuyau M O trop court, ou d'un diamétre trop petit, une grande chaleur, à force de dilater la liqueur, fait casser cet instrument. Ces Thermométres sont de différentes hauteurs, en proportionnant la grandeur de la boule à la grosseur & longueur du tuyau O M. Et pour mieux éviter qu'une grande chaleur d'été ne casse la bouteille, en faisant fondre l'extrémité O pour la fermer, on y conserve une petite phiole oblongue de la grandeur d'une olive, qui reçoit la liqueur lorsque le tuyau O M est plein. Afin de mieux juger des degrés du froid ou de chaud, on applique cet instrument à une planche de bois, sur laquelle on a collé du papier qui contient une division, ou des degrés de telle grandeur que l'on veut, avec des chiffres au long du petit tuyau O M.

PLANCHE 4.

Fig. 19.

Une liqueur échauffée eſt plus légere que pareil volume de la même liqueur étant froid.

EXPE'RIENCE XXII.

PRE'PARATION.

La bouteille A B (1) contient de bon eſprit-de-vin juſques vers C. Enſuite on fait faire des petites boules d'émail creuſes (2), & fermées de toutes parts. On laiſſe à chacune une queuë ſolide, pour que cette boule ſoit un peu plus péſante que l'eſprit-de-vin. On rogne de cette petite queuë, en la frottant ſur une pierre à éguiſer, juſqu'à ce que chaque boule nage dans l'eſprit-de-vin, & y ſoit preſque entierement plongée : ce qu'on connoît en l'y mettant de temps en temps. Il faut mettre dans la bouteille A B cinq ou ſix de ces petites boules, & fermer l'extrémité B.

Effet.

Quand on échauffe avec les mains

(1) De 6 pouc. de haut, & d'un pouce de diam. (2) De 2 lig. de diam. ou environ.

la bouteille A B, ces petites boules qui nageoient vers la surface de l'esprit-de-vin descendent peu à peu. Et lorsque le tout se refroidit, elles remontent. PLANCHE 4. *Fig.* 19.

EXPLICATION.

Avant qu'on échauffe l'esprit-de-vin, les petites bouteilles sont en équilibre avec un volume composé d'esprit-de-vin & d'un peu d'air. Lorsque l'esprit-de-vin est échauffé, le volume de liqueur qui correspond à une de ces petites boules, contient plus d'air dilaté & de matiere subtile, & moins d'esprit-de-vin. Alors ce volume est donc plus léger, l'équilibre cesse, la petite boule devient plus pésante, & descend vers A. Lorsque la liqueur devient plus froide, le volume qui correspond à la petite bouteille contient plus d'esprit-de-vin, moins d'air raréfié, & moins de matiere subtile qui le dilate. Ce volume devient donc plus pésant que cette petite boule, & aussi-tôt la petite boule est élevée vers le haut.

La chaleur de l'air extérieur échauffant également l'esprit-de-vin dans toute la longueur de la bouteille A B, il arrive que les petites boules qui sont

PLANCHE 4. les plus péſantes ayant une fois commencé à deſcendre, elles continuent

Fig.19. juſqu'au fond. Et l'air extérieur refroidiſſant cette liqueur, lorſque les boules qui ſont au fond ont commencé à remonter, elles continuent juſqu'à la ſurface en C. Cet inſtrument ne peut donc faire juger de la différence des degrés de chaleur, que par les péſanteurs différentes des petites boules, qui deſcendent ou montent l'une après l'autre, ſelon que la liqueur eſt plus ou moins chaude.

La chaleur dilate les corps durs, le froid les reſſerre.

EXPE'RIENCE XXIII.

PRE'PARATION.

Fig.20. D E eſt une bouteille qui peut contenir environ une livre d'eau teinte par du bois de Breſil hâché fort menu qui y a trempé, ou qui y a boüilli, ou par d'autres drogues.

E F eſt un tuyau de verre (1) paſſé au travers un bouchon de liége, & le tout placé & cimenté à l'ouverture E

(1) D'environ 18 ou 20 pouc. de long, & de demi-lig. de diam.

de la bouteille D E, après l'avoir remplie. PLANCHE 4.

Pour remplir le tuyau E F, il faut peu à peu chauffer au feu la bouteille D E jusqu'à ce que l'air contenu parmi l'eau soit assez dilaté pour faire monter l'eau de cette bouteille en F. Ensuite il faut incliner cette extrémité F, & la mettre dans de semblable eau colorée. Pendant que la bouteille D E refroidit, le tuyau E F devient plein d'eau. *Fig.* 20.

Enfin il faut entourer d'un fil l'endroit G où se termine la liqueur.

Effets.

1. Si on verse de l'eau chaude sur cette bouteille, aussi-tôt la liqueur descend promptement de G vers E de deux ou trois pouces, & un moment après elle remonte vers F.

2. J'ai encore trouvé que pendant que la bouteille est échauffée par cette eau, si on la plonge dans de l'eau froide, aussi-tôt l'eau du tuyau E F monte de G vers F, & un moment après elle descend.

EXPLICATION.

Ces deux observations semblent opposées à la dilatation qu'on doit attendre des parties d'air répanduës par-

PLANCHE 4.

mi les parties d'eau que la bouteille contient. Mais il n'y a qu'à faire attention que la chaleur agit d'abord sur le verre qui compose la bouteille D E, & qu'elle en écarte les petites parties, & par ce moyen sa cavité devenant plus grande, l'eau du tuyau E F descend pour s'y loger. Au contraire ces petites parties de verre, dont la bouteille DE est composée, étant rapprochées l'une vers l'autre par le froid, cette bouteille devient retrécie, & aussi-tôt l'eau est obligée de remonter vers F.

Fig. 20.

Lorsque la chaleur a été communiquée à la liqueur de la bouteille D E, aussi-tôt le ressort des petites parties d'air dispersé entre les parties de la liqueur s'est développé, & le volume de cette liqueur étant par ce moyen devenu plus grand, c'est une nécessité qu'elle occupe plus de place & qu'elle monte dans le tuyau E F. Au contraire le froid s'étant communiqué à ces petites parties d'air, le condense, & alors le volume de la liqueur de la bouteille D E étant diminué, la liqueur descend de G vers E.

Voici une observation que j'ai faite, qui montre évidemment cet effet de la chaleur sur les corps. J'ai fait chauffer une barre de fer longue de quatre

pieds ; & quoiqu'elle ne fût pas encore rouge, j'ai remarqué qu'elle étoit allongée de quatre lignes & davantage pendant cette chaleur, & qu'étant refroidie elle redevint de la même longueur qu'auparavant. PLANCHE 4. *Fig.* 20.

J'ai remarqué encore qu'ayant mis dans l'eau l'extrémité d'un tuyau courbé d'une Eolipile bien échauffée, un moment après qu'il fût entré un peu d'eau dans l'Eolipile, ſon ouverture étant toûjours en bas, j'y plongeai le reſte, ou bien je jettai de l'eau froide ſur ce reſte. Auſſi-tôt l'extrémité de ce tuyau paroiſſant un peu hors de l'eau, il en ſortit un petit jet-d'eau qui ceſſa dans peu de temps. Ce jet-d'eau vint de ce que la cavité de l'Eolipile fut diminuée. Parce que les parties du cuivre ſe rapprocherent l'une vers l'autre, à cauſe de la fraîcheur de l'eau (1). L'Eolipile, par ſon retréciſſement, comprima l'air qu'elle contenoit avant que le froid y fût parvenu. Alors cet air preſſa l'eau plus fortement, & l'en fit ſortir.

(1) Exp. préſente, Part. II.

PLANCHE 4.

Fig. 21. *Effet considérable du ressort de l'air dilaté par la chaleur.*

EXPE'RIENCE XXIV.

PRE'PARATION.

A B est une petite bouteille de verre (1). L'ayant chauffée, on la plonge dans de l'esprit-de-vin pour y en faire entrer quelques gouttes ; on en a fait fondre l'extrémité A pour la fermer exactement.

Effets.

1. Une de ces petites bouteilles étant mise parmi des charbons ardens, peu de temps après se brise en plusieurs morceaux & avec grand bruit.

2. Quand la chaleur est douce, cela tarde plus long-temps, mais l'effet est plus considérable.

EXPLICATION.

Quand on fait chauffer cette petite bouteille, l'action du ressort de l'air

(1) D'environ 6 lig. de diam.

intérieur augmente, & continue à augmenter si la chaleur continue. Mais cette petite bouteille qui retient l'air dans un état violent, ne peut résister que jusqu'à un certain effort, au-delà duquel elle céde, & aussi-tôt ces parties sont séparées. Alors l'air intérieur se développe avec beaucoup de viteſſe, & chasse subitement l'air extérieur, dont l'ébranlement prompt fait une impression dans l'oreille, que nous appellons bruit. PLANCHE 4. *Fig.* 21.

Quand la chaleur est douce, on est plus long-temps sans appercevoir l'effet, mais le bruit est plus grand. Parce qu'une chaleur douce augmente peu à peu le ressort de l'air, & le bande fortement sans faire fondre le verre; au lieu qu'une chaleur vive amollit le verre trop promptement, & alors la bouteille se créve avant que le ressort de l'air soit bien tendu.

Avant que de fermer ces petites bouteilles, il faut mettre dans chacune quelques gouttes d'esprit-de-vin, afin que la raréfaction soit plus violente. Car il arrive souvent que sans cette précaution, les petites bouteilles ne se cassent point, malgré la dilatation de l'air causée par un feu violent.

PLANCHE 4. Fig. 21.

Quand ces petites bouteilles ſont prêtes à produire leur effet, il ne faut pas les regarder de près, de peur que quelques éclats ne bleſſent la vûë.

On fait auſſi de ces petites bouteilles, groſſes commedes têtes d'épingles. Les ayant miſes ouvertes dans de l'eau boüillante, une partie de l'air qu'elles contiennent ſort, & devenant froides l'eau y entre; enſuite on les ferme en faiſant fondre l'extrémité creuſe de leur petite queuë. Si on met à la mêche d'une chandelle une de ces petites bouteilles, la chandelle étant allumée la flamme fait caſſer la bouteille avec bruit, & elle éteint la chandelle. La cauſe eſt ſemblable à celle des précédentes bouteilles.

Pareil effet arrive aux marons ou aux chataignes miſes à cuire dans la braiſe ou dans la cendre chaude, ſans avoir auparavant fait une ouverture à leur écorce. Car cette écorce réſiſte d'abord à la dilatation du reſſort de l'air enfermé dans ces chataignes. Enſuite l'effort de cet air intérieur ſurmontant la réſiſtance de cette écorce, elle ſe briſe avec bruit.

Nous voyons la même choſe en mettant des pommes, des poires, ou d'autres

tres fruits à cuire au feu. La chaleur dilatant l'air qui y eſt contenu, ſon reſſort oblige la peau de ces fruits à ſe crever. Souvent cet air chaſſe devant lui une partie de ce qui eſt dans ces pommes, & l'oblige à en ſortir. PLANCHE 4. *Fig.* 21.

Preuve évidente que l'air eſt un corps à reſſort.

EXPE'RIENCE XXV.

PRE'PARATION.

A B eſt un morceau de cuivre percé d'un trou plus large vers B que vers A (1), pour recevoir un autre morceau de cuivre C D, de même figure que ce trou, & qui ait au moins quatre lignes & demie d'attouchement ou de frottement dans cette ouverture. *Fig.* 25. *Fig.* 26.

Pour ajuſter ce cuivre C D dans l'ouverture de l'autre cuivre A B, [*fig.* 25.] il faut l'y tourner longtemps, y mettant de l'eau ou de l'huile mêlée avec de la pierre en poudre fort ſubtile.

(1) Etant vers A de 2 lig. & demie de diam.

PLANCHE 4. Fig. 28.

Ce cuivre C D [*fig.* 26.] étant poli, & bouchant bien exactement l'ouverture du cuivre A B [*fig.* 25.] alors il faut souder ce même cuivre A B en G H, d'une part à l'extrémité du tuyau ou seringue F G, & d'une autre part à une vis H I ayant un rebord en H. Ensuite il faut y mettre le cuivre C D [*fig.* 26.] avec le fil de fer, d'acier, ou de leton, E [*fig.* 27.] plié en tire-bourre, pour presser un peu par un bout contre l'endroit D du morceau de cuivre C D [*fig.* 26.] & le retenir dans l'ouverture A B [*fig.* 25.]; ce fil E [*fig.* 27.] étant arrêté à son autre bout par une petite lame I K percée au milieu, pour laisser passer le manche du cuivre C D [*fig.* 26.] & attachée en travers au bout de l'écrou H I, de maniere qu'elle puisse être mise & ôtée facilement.

H I N est un autre tuyau; à son extrémité H I est un écrou & un rebord en H, pour s'ajuster avec la vis soudée au cuivre G H. A l'autre extrémité de ce tuyau H I N est un robinet M N avec sa clef M fermant éxactement. Cette clef est percée de maniere que le petit tuyau P O soudé à ce robinet, peut être ouvert ou fer-

mé exactement par cette clef. PLANCHE. 4.

Vers N Q il y a un fil de fer mince, placé au travers le tuyau Q O, pour empêcher la bale Q de tomber vers P. *Fig.* 28.

La seringue F G d'étain ou de cuivre (1) est d'un diametre égal dans toute sa longueur.

Dans cette seringue est le piston T V R fait de cuivre ou de fer (2), couvert de filasse enduite de suif, & ayant un petit manche de fer S T. Au travers ce piston il y a quelques trous T V, &c. il peut y en avoir quatre. R est un morceau de cuir ou soupape qui couvre le bout du piston, s'y applique exactement, & y est attaché par un côté avec une vis. Au bout du manche du piston est attaché un morceau de fer en travers, & en F est un anneau attaché avec deux vis, pour empêcher que ce manche du piston ne vacille de part ni d'autre quand on comprime l'air.

Entre le rebord de la vis & celui de l'écrou en H, il faut mettre un anneau de cuir enduit de graisse ou d'huile, & le bien serrer avec ces vis & écrous,

(2) D'un pouce de diam. & de 11 pouces de long. (2) Long d'un pouce & demi.

PLANCHE 4. pour empêcher l'air d'y paſſer. Il faut auſſi enduire d'huile ou de ſuif le cuivre C D [*fig.* 26.] & la clef M N, afin que les paſſages de l'air y ſoient bien fermés quand il ſera néceſſaire.

Fig. 28.

Ayant préparé une baguette (1) de bois pour la faire entrer dans le tuyau P O juſqu'en Q pour y conduire un peu de papier, il faut enſuite y mettre la bale de plomb Q, & encore un peu de papier par-deſſus.

Effets.

Fig. 29. 1. Je retiens avec les pieds l'extrémité du manche du piſton, & le reſte G N avec les mains, l'élevant & abaiſſant autant de fois que je peux vaincre la réſiſtance de l'air, alors l'air devient fortement reſſerré & condenſé dans l'eſpace I P de quelques pouces de cavitez.

Fig. 28. 2. Je tourne la clef M pour ouvrir le tuyau P O, & il ſort un ſouffle ſi impétueux, qu'il pouſſe la bale de plomb avec aſſez de force & de viteſſe pour percer une planche de bois.

---

(1) De 25 pouces & demi de long, & de 4 lig. de diametre ou environ.

PLANCHE 4.

EXPLICATION.

Fig. 28.

Le poids de l'air ne me paroît pas bien prouvé par des veſſies pleines d'air condenſé [*fig.* 3. *pl.* 3.], devenuës plus péſantes; parce que cet air y étant chaſſé à force par le moyen de la bouche, & d'une ſeringue, emporte avec lui des parties d'eau dont la bouche & la ſeringue ſont humectées. Il n'eſt donc pas ſurprenant que ces veſſies pleines d'un air reſſerré ſoient plus péſantes, & que quand cet air chargé de parties d'eau en ſort, elles deviennent plus légeres.

J'ai cherché les moyens de faire remarquer clairement le poids de l'air qui nous environne, & ſon reſſort, qui ſont deux effets importans. Il m'eſt venu en penſée de me ſervir d'une balance bien exacte, pour péſer cet inſtrument avant que d'y avoir comprimé de l'air, & pour le repéſer après cette compreſſion afin que par l'augmentation de la péſanteur de l'inſtrument, je puiſſe remarquer le poids de l'air condenſé.

Cet air preſſé étoit auparavant en équilibre avec un plus grand volume

PLANCHE 4. *Fig.* 28.

d'autre air. Mais quand il a été fortement reſſerré, il a été réduit à un plus petit volume, & ſa péſanteur abſoluë eſt toûjours demeurée la même. Alors cet air ainſi réduit à un plus petit eſpace, correſpond à un plus petit volume d'air voiſin, & tient la place d'un volume ordinaire qu'il ſurpaſſe en péſanteur. La péſanteur de cet air condenſé doit donc devenir plus ſenſible que lorſqu'auparavant il étoit dilaté. Il eſt donc évident que puiſque l'air reſſerré dans cet inſtrument paroît péſant, tout le reſte de la maſſe de l'air eſt péſant; c'eſt-à-dire, l'air voiſin de la terre, chargé de vapeurs & tel que nous le reſpirons. Car nous ne pouvons juger de l'air pur. Mais le poids de l'inſtrument cauſe des frottemens dans le mouvement de cette balance, & rend l'obſervation longue, vétilleuſe & difficile. Et le public veut des effets faciles, prompts & ſenſibles. Je m'arrêterai donc à démontrer ici un effet du reſſort de l'air très-beau & inconteſtable.

Le poids de l'air fait connoître comment il peut être comprimé dans cet inſtrument. Car tirant le piſton T R vers S, l'air de dehors qui agit ſur la

surface T V du piston, entre par les trous T & V, & fait lever & ouvrir la soupape ou valvule R. Quand ce piston T R est poussé fortement & promptement de R vers G, l'air qui est pressé dans l'intervalle R G, ne peut sortir par où il est entré; parce qu'agissant sur la soupape R il l'applique contre le piston, & par ce moyen ferme les ouvertures du piston. Mais ce même air agissant en même temps contre le morceau ou soupape de cuivre qui est en G H, le souléve & passe dans l'espace I P & dans l'intervalle K L. Ce même air ne peut sortir par où il est entré; parce que pressant par son ressort sur cette soupape de cuivre, l'oblige à fermer exactement le passage. En faisant aller & venir plusieurs fois le piston, l'air devient fortement condensé & pressé dans l'espace I P & dans l'intervalle K L. ayant tourné promptement la clef M, & le tuyau P O étant ouvert, l'air se dilate par cet endroit, & chasse avec beaucoup de viteſſe la balle de plomb Q, laquelle accélere son mouvement pendant qu'elle est dans le tuyau P O. Le ressort de l'air agissant continuellement sur la balle, pendant

PLANCHE 4. *Fig.* 28.

PLANCHE 4. qu'elle eſt dans le petit tuyau dans les inſtans ſuivans, ajoûte pluſieurs degrez de viteſſe à ceux qui pouvoient déja être communiquez à ce corps ; c'eſt ce qui y cauſe une accélération. Il faut tourner promptement la clef M, afin qu'il y ait beaucoup de parties d'air qui agiſſent en même tems.

Fig. 28.

Effet conſidérable de l'air comprimé.

EXPE'RIENCE XXVI.

PRE'PARATION.

Fig. 23. Le vaiſſeau D A B H C eſt de fer-blanc, ou de cuivre, &c. (1) Les deux bouts B & D ſe terminent en cone, afin que la réſiſtance en ſoit plus grande. A F G H eſt le ſoûtien. Le tuyau B E (2) eſt appuyé ſur le fond en B, y eſt ouvert obliquement, & eſt ſoudé au vaiſſeau en D. Proche le haut de ce tuyau eſt ajuſté un robinet D. Il faut entourer de fi-

(1) Son plus grand diamétre eſt de 8 à 9 pouces. (2) De 5 lig. de diam.

laſſe

lasse l'extrémité E de la seringue L E, PLANCHE 4. *Fig.* 23. l'appliquer dans l'ouverture E du tuyau B E, ôter le piston, verser de l'eau dans cette seringue, & remettre le piston pour presser & faire entrer cette eau par le tuyau E B, dans le vaisseau A C; réiterer cela, en ouvrant & fermant le robinet D chaque fois. L'air étant plus léger que l'eau, montera vers le haut du vaisseau D A B H C. Après l'eau, il faut encore y faire entrer de l'air de la même maniere, tant qu'on le juge à propos. Il faut mettre de la filasse autour de l'extrémité M L, pour y appliquer *Fig.* 24. avec force ou avec une vis & un écrou, un petit tuyau, dont l'ouverture est retrécie en N (1).

On peut aussi appliquer en M L [*même fig.*] un autre tuyau A C, *Fig.* 12. dont l'ouverture A est triangulaire, (2) & autour de cette ouverture est un ornement de fer-blanc ou d'autre matiere pour recevoir la petite boule B, & qui est percé en plusieurs endroits vers A pour être vuide d'eau. La

(1) Et est d'environ 3 quarts de lig. ou d'une lig. de diam. (2) D'environ une lig. de diam.

PLANCHE 4. boule B (1) eſt faite d'un cuivre fort mince & fort léger, dont on forme à coups de marteau deux moitiez de boules creuſes, & qu'on ſoude avec de l'étain. Des boules de liége ou des cylindres courts & forts légers peuvent ſervir au même uſage.

Fig. 12.

Effets.

Fig. 24. 1. Ayant détourné le robinet L pour l'ouvrir, il ſort un jet-d'eau par l'ouverture N qui monte quelquefois à 25 ou 30 pieds de haut, &c.

2. Le tuyau A C [*fig.* 12.] étant mis en la place de M N, & le jet-d'eau étant à plomb, ſi une boule légere y eſt appliquée, elle ſera élevée, ſoutenuë en tournant rapidement autour de ſon centre, & répandra l'eau ſuivant des lignes qui toucheront ſa ſurface.

EXPLICATION.

L'air qui eſt fortement condenſé & qui eſt retenu violemment comprimé dans l'eſpace L O P, foule &

(1) D'un pouce de diam.

preſſe avec beaucoup de force ſur toute la ſurface O P de l'eau, & oblige cette eau à faire un jet par le tuyau R M, parce qu'elle y trouve moins de réſiſtance que par tout ailleurs. La hauteur de ce jet-d'eau diminue à meſure que l'air L O P occupe la place de l'eau qui ſort, & à meſure que cet air ſe dilate. PLANCHE 4. Fig. 24. & 12.

Cette boule B eſt plus légere qu'un pareil volume d'eau. Mais parce que le jet la preſſe par-deſſous, & qu'il s'affoiblit à meſure qu'il monte en haut, il arrive que ce jet-d'eau étant parvenu à une certaine hauteur, alors la force de bas en haut devient égale à la péſanteur de cette boule, dont il naît équilibre & ſuſpenſion.

Cette boule tourne ſur ſon centre avec aſſez de viteſſe; parce qu'ordinairement elle n'eſt pas au milieu du jet, lequel en cet état agit plus contre un des côtez de la boule que contre l'autre.

L'eau eſt répanduë par un grand nombre de petites lignes tangentes, ce qui montre la direction de l'effort des corps mûs ſuivant des lignes courbes & circulaires. (1)

(1) Expér. 1.

PLANCHE 6.

Fig. 9.

EXPE'RIENCES

Sur le reſſort & ſur la péſanteur de l'air en même-temps.

La chûte des corps eſt plus prompte & plus libre dans l'air ſubtil que dans l'air groſſier.

EXPE'RIENCE XXVII.

PRE'PARATION.

Fig. 9. Le tuyau A M (1) contient de l'eau commune, & l'air groſſier a été pompé de ce tuyau. (2) L'autre tuyau B N contient de l'air tel que nous le reſpirons.

Fig. 10.

Ou bien on peut mettre de l'eau dans une longue bouteille étroite, la boucher, & au travers le bouchon laiſſer un petit trou; mettre autour

---

(1) De 18 pouc. de long. ou environ, & de 7 ou 8 lig. de diam. (2) Comme dans l'Exp. 116.

de ce trou & sur le bouchon de la cire cacheter, la mettre sous un récipient moyen, en bien pomper l'air, & faire fondre la cire à l'endroit du petit trou avec un verre ardent exposé au soleil : le tout étant refroidi, cette eau se trouve dans l'air subtil. PLANCHE 6. *Fig.* 9.

Effets.

1. Si le tuyau A M est secoué fortement, de maniere que l'eau retombe sur le fond M, on y entend un bruit semblable à celui d'un coup de marteau.

2. Si on secouë de même le tuyau B N fermé en B, & dont l'air n'a point été pompé, on n'entend point de bruit comme dans ce tuyau A M. *Fig.* 10. *Fig.* 9.

EXPLICATION.

Quand l'eau du tuyau A M, après une secousse, retombe sur le fond M, il ne se trouve presque point d'air grossier qui s'oppose à l'élévation de cette eau, ni à sa chûte. Le fond M de ce tuyau A M reçoit donc immédiatement presque toute l'impression de cette eau ainsi purgée d'air gros-

PLANCHE 6. sier. Le fond M communique enſuite cet ébranlement à l'air qui en eſt proche & fait entendre le bruit.

Fig. 9.

Fig. 10. Mais quand on ſecouë de la même maniere le tuyau N, tous les petits reſſorts de l'air mêlé dans cette eau, & de l'autre air qui eſt au dedans ſur le fond de ce tuyau, ſupportent un peu cette eau pendant ſa chûte, & diminuent de ſon impreſſion ſur ce même fond. L'air groſſier qui ſe trouve auſſi dans le haut B N, réſiſte à l'élévation de cette eau pendant la ſecouſſe, & empêche que ce mouvement ne ſoit auſſi prompt, & auſſi libre que dans le tuyau dont l'air a été pompé.

Fig. 9. Il faut faire faire le fond M d'une bonne épaiſſeur & de figure demi-ronde, afin que la réſiſtance à cette chûte d'eau ſoit aſſez forte.

Il ne faut pas renverſer ce tuyau A M, pour faire la ſecouſſe de l'eau ſur l'extrémité A. Car l'eau purgée d'air groſſier feroit un effort contre cette partie A, ſemblable à celui d'un coin & briſeroit ce tuyau vers A.

PLANCHE 6.

Si un corps plongé dans un fluide devient plus resserré, il sera plus pésant; s'il devient plus dilaté, il sera plus léger. Fig. 12.

EXPE'RIENCE XXVIII.

PRE'PARATION.

A B est un gros tuyau de verre (1) retréci & adouci en A (2).

C D est une petite figure faite d'émail (3), creuse, percée en E, à côté où est un petit trou gros comme une petite épingle. Cette figure n'étant pas beaucoup plus légere qu'un pareil volume d'eau, il faut la plonger dans le tuyau A B plein d'eau. Mais si la partie D étoit un peu trop élevée au-dessus de l'eau en A, il faudroit sucer en A, pour faire sortir par l'ouverture E un peu de l'air contenu dans la figure C D; après cela il y entreroit

(1) D'environ 2 pieds de long, & d'un po. & dem. de diam. (2) De 7 lig. de dia.
(3) D'environ 6 lig. de diam. & de 2 po. de long.

PLANCHE 6. Fig. 12.

un peu d'eau à la place de cet air ; ce qui diminueroit le volume de la figure, & par conſéquent de ſa légereté.

Effets.

1. Si on met le pouce en A en preſſant fortement l'eau qui eſt dans le vaiſſeau A B, alors la figure C D deſcend au fond vers B.

2. Si on ceſſe de preſſer en A, la figure C D monte vers A.

3. Si on preſſe comme par ſecouſſes, la figure C D tourne en piroüettant.

4. Si on ſuce encore en A, il ſort un peu d'air par la petite ouverture E, & auſſi-tôt qu'on ceſſe de ſucer, la figure C D deſcend au fond B, & y demeure. Si on ſuce encore, elle remonte vers A. Enfin ſi on ſuce par ſecouſſes, la figure piroüette encore en tournant du même côté qu'auparavant.

EXPLICATION.

L'émail dont la figure C D eſt faite, eſt une eſpéce de verre qui eſt plus peſant qu'un pareil volume d'eau ; mais l'air contenu dans la cavité de la figure C D, eſt plus léger qu'un pareil volume d'eau. De ces deux parties

dont une eſt plus péſante qu'un pareil volume d'eau, & l'autre eſt moins péſante, il n'ait un volume total C D preſqu'auſſi péſant qu'un pareil volume d'eau ; c'eſt-à-dire, preſque de même péſanteur que l'eau qui ſeroit dans ſa place. PLANCHE 6. *Fig.* 12.

Pour faire deſcendre cette figure B C, il faut lui faire occuper moins de place ſans changer ſa péſanteur, & pour cela il ſuffit de preſſer & de condenſer l'air qui eſt une des parties de ſon volume. Alors cette figure qui étoit auparavant en équilibre avec un pareil volume d'eau, conſervant la même péſanteur, & occupant enſuite moins de place dans l'eau, eſt plus péſante que ce dernier volume d'eau dont elle occupe la place ; elle ira donc au fond vers B.

Les expériences 44. 45. &c. ont rapport à celle-ci. Cette explication ayant beaucoup de conſéquences, afin de la rendre plus claire, je l'exprime encore en d'autres termes. D'abord cette figure étoit de même péſanteur que le volume d'eau qui en auroit occupé la place ; après le changement de grandeur, ſa péſanteur demeurant toujours la même, elle eſt plus péſante

PLANCHE 6. *Fig.* 12.

que le volume d'eau qui ſeroit dans ſa place, & alors elle deſcend au fond. Parce que dans cet état la colomne d'eau dans laquelle elle ſe trouve, eſt plus péſante qu'une pareille colomne d'eau qui lui correſpond.

Quand le pouce ceſſe de preſſer en A, l'air qui eſt dans la cavité de la figure C D ſe développe, & par ſa dilatation fait ſortir un peu de l'eau qui étoit entrée par l'ouverture E, & auſſi-tôt la figure C D remonte vers A. Parce qu'alors ſon volume correſpond à un plus grand volume d'eau, & devient plus léger que ce dernier volume.

Quand le pouce preſſe l'eau en A par ſecouſſes, l'eau faiſant effort pour entrer par l'ouverture E, preſſe autant de fois contre un petit talon ou éminence qui eſt à côté du trou E, & agit auſſi contre l'air qui eſt au-dedans. Ces impulſions ſont faites comme ſur l'extrémité d'un petit levier, ce qui oblige la figure à tourner du côté où eſt cette petite éminence qui a reçu l'impulſion.

L'explication des mouvemens de cette figure lorſqu'elle deſcend au fond, & qu'elle y demeure juſqu'à ce qu'on ſuce en A eſt facile. Car lorſ-

qu'on ſuce, ou lorſqu'on retire le pouce de l'ouverture A en le gliſſant, on ſouléve la colomne d'air qui preſſe ſur l'ouverture A, & alors l'air enfermé dans la figure C D n'étant plus preſſé comme auparavant, ſe dilate, & donne un plus grand volume à cette figure, laquelle occupant plus de place dans l'eau, devient plus légere, & eſt repouſſée vers A. Quand on ceſſe de ſucer, la péſanteur de l'air extérieur preſſe & reſſerre l'air de la figure C D & la rend plus péſante que pareil volume d'eau, parce que dans ce moment elle occupe moins de place. Elle tourne parce qu'alors l'air contenu dans la fig. fait effort par ſecouſſes pour ſortir par E, & en ſe développant ainſi agit ſur la fig. & ſur l'eau en E. PLANCHE 6. *Fig.* 12.

Ce n'eſt point la péſanteur de l'eau qui entre par l'ouverture E dans la figure C D, qui eſt cauſe qu'elle deſcend ou qu'elle monte quand on preſſe ou qu'on ceſſe de preſſer, puiſque cette eau intérieure eſt en équilibre avec un pareil volume d'eau extérieure, & qu'une force étant en équilibre contre une autre, n'a plus aucun effet ſur une troiſiéme. Pour faire voir que c'eſt

PLANCHE 6. l'augmentation & la diminution du volume d'air contenu dans cette figure, qui eſt cauſe qu'elle monte ou deſcend dans le vaiſſeau A B, je me ſers du tuyau F G [*fig.* 13.] fermé en G. En le mettant en la place de la figure C D, il deſcend ſi on preſſe, & il remonte ſi on ceſſe de preſſer, de même que la figure C D. Il eſt aiſé de voir que l'eau qui entre dans ce tuyau quand on preſſe, n'y agit pas par ſa péſanteur.

Fig. 12.

Un curieux a fondé ſur cette expérience la conſtruction d'un modele de vaiſſeau utile pour aller ſous l'eau chercher au fond de la mer de corail, des canons, des lingots d'or, d'argent, & beaucoup d'autres richeſſes qui s'y trouvent, ou qui y ont été perduës par des naufrages, &c. Ce vaiſſeau étoit fermé de toutes parts, & avoit la figure d'un poiſſon. On y avoit ménagé quelques petites fenêtres fermées par des glaces de criſtal polies & fort épaiſſes. Il y avoit encore quelques autres fenêtres où étoient ajuſtés des cuirs en forme de gands, pour recevoir les bras de ceux qui auroient travaillé au dehors ſous l'eau. Le principal artifice qui avoit pour fondement

l'expérience préſente, conſiſtoit dans une ou pluſieurs groſſes pompes placées à travers l'épaiſſeur du fond du vaiſſeau, qui rendoient le volume du vaiſſeau plus grand lorſqu'on en faiſoit deſcendre les piſtons vers le fond de la mer, & qui rendoient le volume plus petit quand on faiſoit remonter les piſtons dans le vaiſſeau. Le reſſort de l'air devenant augmenté, tant par la chaleur des perſonnes qui pouvoient y être, que par le remontement de ces piſtons, il y avoit un Barométre qui faiſoit connoître ces différences, &c. PLANCHE 6. Fig. 12.

L'uſage des veſſies pleines d'air qu'on trouve dans le corps des carpes, eſt ſemblable à l'effet de l'expérience préſente. Les nageoires de ces ſortes de poiſſons n'étant pas ſuffiſantes, ils ont recours au changement de volumes pour aller en haut ou en bas dans l'eau.

PLANCHE 6.

Fig. 14.

****

La condenſation, la dilation, le poids & le reſſort de l'air font monter la ſéve dans les plantes.

EXPE'RIENCE XXIX.

PRE'PARATION.

Il faut ſouder à la bouteille C (1) un long tuyau (2) d'un petit diamétre. (3)

Effet.

Si on fait chauffer la bouteille C, & peu après ſi on met l'autre bout du tuyau dans l'eau A B, à meſure que l'air de la bouteille C deviendra froid & condenſé, l'eau montera du vaiſſeau A B vers D.

EXPLICATION.

L'air agiſſant également ſur la ſurface de l'eau du vaſe A B, quand l'air

---

(1) De 2 pouc. de diam. ou environ.
(2) Par exemp. de 3 pieds. (3) Ouvert dans toute ſa long. d'environ une lig. de dia.

se condense en C, cette eau monte vers D, parce qu'elle y trouve moins de résistance. On a prétendu par cette expérience connoître comment le suc nourricier est élevé dans les plantes pour la production de leurs feüilles, fleurs, fruits, & pour leur accroissement. (1) La bouteille C représente la partie la plus tendre de la plante, c'est-à-dire, l'extrémité des branches qui est spongieuse, ou qui contient un grand nombre de petites cellules ou vessies pleines d'air. L'air qui est dans la bouteille C représente l'air qui est dans l'extrémité de ces branches, & même dans une multitude de petites cavitez dispersées dans toute la plante. La chaleur qu'on applique à la bouteille C, imite celle du soleil pendant le jour & pendant l'été, qui fait dilater l'air enfermé dans l'extrémité des branches, & par ce moyen les fait épanouir. Pendant le tems que cet air est ainsi dilaté, la partie de la plante qui l'environne acquiert un plus grand volume & une plus grande dureté. La liqueur qui monte vers D pendant que

PLANCHE 6. *Fig.* 14.

(1) Borelli, de motu animalium, Parte II. propos. 175.

PLANCHE 6. Fig. 14.

l'air se condense en C, imite la liqueur nourriciere qui entre par les extrémités & ouvertures des racines de l'arbre, & qui monte dans les cavités des fibres longitudinales de la plante lorsque l'air se condense aux endroits où il s'étoit dilaté. Pendant une nouvelle dilatation d'air, cette liqueur nourriciere ne peut descendre par les canaux où elle est montée pendant la condensation, parce qu'il y a des valvules ou soupapes qui s'y opposent. C'est ce qui est cause que la partie de la plante représentée par la bouteille C, augmente encore son volume ou sa masse lorsqu'il arrive une nouvelle dilatation des parties de l'air qu'elle contient; & que lorsqu'il arrive ensuite une condensation de cet air, la liqueur qui étoit déja jusqu'en D monte encore vers E, & ainsi de suite alternativement. L'air se condense dans les plantes pendant la fraîcheur de la nuit, & pendant les rigueurs de l'hyver. Et au printems la chaleur du soleil faisant dilater l'air contenu dans les plantes, les oblige à développer leurs feüilles, &c. Car alors les plantes sont pleines de la séve qui y est montée en abondance pendant l'yver, & qui ne peut descendre

descendre & sortir par où elle est entrée. PLANCHE 6.

Fig. 14.

Il y a beaucoup d'air dans notre chair, dans notre sang, &c.

EXPE'RIENCE XXX.

PRE'PARATION.

A B est un vaisseau de verre. (1) C'est une cucurbite qui peut servir à distiler. Il faut mettre une pincée d'étoupes ou de filasse dans A B, l'allumer & appliquer promptement l'ouverture C B sur la main D. Fig. 15. Fig. 16.

Effets.

1. L'ouverture C B étant ainsi exactement appliquée sur la main D, [*fig.* 16.] le feu s'éteint aussi-tôt; & à mesure que le tout se refroidit, ce vaisseau devient fortement attaché à la main, & en même tems la chair y forme une tumeur. Fig. 15.

(1) Dont l'ouverture C B est d'environ 2 pouc. & la long. A B d'envir. 6 ou 7 po.

PLANCHE 6. Fig. 16.

2. Au lieu de mettre cette ouverture C B [*fig.* 15.] ſur la main, ſi elle eſt un peu plongée dans de l'eau, auſſitôt l'eau monte dans ce vaiſſeau à une hauteur conſidérable.

EXPLICATION.

Pendant que les étoupes ont brûlé dans la cavité A B, [*fig.* 15.] l'air qui y étoit s'eſt fort dilaté par la chaleur; & pendant cette dilatation il en eſt ſorti une grande partie. Quand on l'a miſe en D, la chaleur ceſſant, l'action du reſſort du peu d'air qui y étoit reſté, eſt devenuë fort petite, à cauſe que les parties de cet air ſont demeurées fort dilatées. Alors l'air extérieur preſſant toûjours également, l'air intérieur ne réſiſtant pas aſſez pour faire équilibre contre l'air extérieur; la force de l'air extérieur domine & tient ce vaiſſeau attaché contre la main D, ou y fait monter de l'eau ſi on y a un peu plongé ſon ouverture.

La tumeur de la chair vient du développement des petites parties d'air qui ſont entre les parties du ſang, dans les intervales des fibres muſculeuſes, &c. à l'endroit D, qui n'étant plus preſſées par l'air extérieur comme

auparavant, soulévent & dilatent la peau & la chair. PLANCHE 6.

Ce vaisseau est nommé *Ventouse* par les Chirurgiens. Ils s'en servent pour contraindre des séroſitez à sortir de quelques parties charnuës du corps. Après avoir un peu découpé la peau, on y applique ce vaisseau E comme on voit sur la main D, l'air enfermé entre les parties du sang, dans les artéres, dans les veines, dans la chair & dans les vaisseaux limphatiques, se dilate pendant qu'il n'est plus pressé par l'air extérieur. Alors il chasse devant lui & fait sortir de ces incisions les liqueurs qui se trouvent dans son chemin, pressant par sa dilatation ces vaisseaux coupez, les oblige à déposer leur liqueur vers la ventouse où il y a moins de résistance qu'ailleurs. Mais cela me paroît plûtôt un tourment qu'un remède. Les Anciens qui ignoroient la circulation du sang, l'ont proposé dans des maladies désesperées, comme dans la léthargie, l'apopléxie, &c. Et si alors le malade donnoit quelque marque de sentiment, ou plûtôt quelques signes plaintifs d'une nouvelle douleur qu'il sentoit parmi celles dont il étoit accablé; ce suppli-

PLANCHE 6. ce que le malade n'avoit point mérité, paſſoit chez le vulgaire ignorant pour un ſoulagement évident, quoique ce Fig. 15. fût plûtôt un effet de la cruauté que du ſecours de ce prétendu reméde, qui tout au plus eſt équivalent à une légere ſaignée.

Air dilaté par le poids de l'eau.

EXPE'RIENCE XXXI.

PRE'PARATION.

Fig. 17. A B eſt un gros tuyau (1). C A D eſt un tuyau de cuivre recourbé (2). E F eſt un autre tuyau (3). Ces deux tuyaux ſont exactement cimentez en A N avec A B.

Après avoir renverſé l'inſtrument C A B F, il faut mettre de l'eau par l'ouverture C ou F, juſqu'à la hau-

(1) Long d'environ 18 pouc. & de 2 po. de dia. (2) De 6 lig. de dia. en C. (*fig.* 17) & d'une lig. en D, & d'environ 15 pouc. de long. (3) De 3 pieds de long; & principalement en E de 3 à 4 lig. de diam.

teur de quatre ou cinq doigts en B ; renverser encore le tout, & plonger l'extrémité C dans l'eau en G H, en tenant le bout du doigt à l'ouverture F, jusqu'à ce que N F soit plein d'eau. PLANCHE 6. Fig. 17.

Effet.

Ayant ôté le doigt de F il paroît par l'ouverture D un jet-d'eau qui monte jusques vers B.

EXPLICATION.

La colomne d'eau qui descend & qui demeure soutenuë dans le tuyau E F, repousse par son poids la colomne d'air L M F, qui résiste extérieurement à l'ouverture F, & en même-temps l'air enfermé dans le gros tuyau A B se dilate, alors son ressort s'étant affoibli, il presse moins l'eau du vaisseau G H à l'endroit où est posé le tuyau D A C. Cette eau qui est en G H étant pressée également par la pésanteur de l'air extérieur, monte par l'ouverture C, parce qu'elle y trouve moins de résistance, & forme le jet-d'eau qui sort par l'ouverture D. Une preuve certaine que pendant cette

PLANCHE. 7. *Fig.* 17.

expérience l'air eſt dilaté dans A B, c'eſt que l'ouverture C ceſſant d'être plongée dans l'eau, auſſi-tôt on entend l'air qui y entre avec violence & avec bruit.

Effet trés-ſimple du Reſſort & de la péſanteur de l'air.

EXPE'RIENCE XXXII.

PRE'PARATION.

Fig. 19. A B eſt une bouteille qui peut contenir au moins une livre d'eau. Il faut y ajuſter le tuyau C D (1) dont l'ouverture eſt retrécie en C avec du ciment, ou l'ayant fait fondre à une lampe d'Emailleur. Enſuite il faut cimenter ce tuyau en A.

Effets.

1. Ayant ſucé pluſieurs fois C pour faire ſortir de l'air de la bou-

(1) De 3 lig. de diam. ou envir. & en C (*fig.* 19.) réduit à une demie lig. de diam. ou environ.

teille A B, enſuite ayant mis promptement cette ouverture C dans de l'eau F G, l'eau monte dans le tuyau & entre dans la bouteille. PLANCHE 6. *Fig.* 19.

2. Ayant ſoufflé fortement de l'air par l'ouverture I, cette ouverture I étant miſe en haut & laiſſée libre, il paroît un jet-d'eau I K L. *Fig.* 21.

EXPLICATION.

La ſucion de C eſt faite avec la bouche dont on dilate l'intérieur, empêchant en même temps l'air d'y entrer. Alors l'air enfermé dans la bouteille n'étant plus chargé par le poids de l'air qui preſſoit en C, ſe dilate; ſes petits reſſorts ſe développent, & il en entre dans la bouche. On applique enſuite le bout de la langue à l'ouverture C, pour empêcher l'air d'y rentrer pendant qu'on le fait ſortir de la bouche. Enfin on dilate encore l'intérieur de la bouche comme auparavant, afin de permettre la ſortie au reſte de l'air enfermé dans A B. Et on fait cela autant de fois qu'on s'apperçoit qu'il en ſort. *Fig.* 19.

Quand on met promptement cette ouverture C dans l'eau F G, l'air extérieur n'a pas le temps de rentrer pour

PLANCHE 6. remplir la bouteille comme auparavant. Alors la surface de l'eau du vaisseau F G est moins pressée à l'ouverture du petit tuyau qu'ailleurs. Parce que les ressorts de l'air resté dans cette bouteille étant affoiblis après s'être un peu développés, l'eau monte dans la bouteille par cet endroit où elle est moins pressée.

Fig.19.

Fig.21. Quand l'air a été pouſſé avec violence dans la bouteille, cet air presse également par ſon reſſort toute la ſurface de l'eau qui y eſt contenuë, excepté l'endroit où eſt poſée l'ouverture du bas du tuyau. Parce que l'air extérieur agiſſant ſeulement par ſon poids dans ce tuyau, ſa preſſion eſt moins forte. L'eau étant preſſée inégalement, coule par l'endroit où il y a moins de réſiſtance, & forme le jet-d'eau; ſa hauteur diminue peu à peu à meſure que l'air qu'on a fait entrer par violence, ſe dilate en occupant la place de l'eau qui ſort.

Quand le tuyau H I eſt incliné, le jet-d'eau I K L décrit une ligne courbe, appellée *une ligne parabolique*, telle que tous les corps péſans la décrivent pendant qu'ils ſont jettés. Et ſi la force qui met cette eau en mouvement étoit toujour

toujours égale, plus l'angle fait avec cette ligne courbe & avec la ligne horizontale, approcheroit de 45 degrez, plus l'écartement du jet seroit grand. Cet écartement est aussi grand qu'il peut être, lorsque l'angle est de 45 degrez. PLANCHE 6. *Fig.* 21.

Nous voyons par cette expérience & par plusieurs autres que le ressort de l'air agit fortement par sa dilatation; & nous voyons en même temps par les mêmes expériences & par d'autres que le ressort de l'air agit foiblement ou cesse d'agir après sa dilatation. Il semble qu'il y a dans ces explications une opposition & une contradiction évidente. OBJECTION.

Le ressort de l'air agit plus fortement quand il est comprimé, ou quand sa dilatation est augmentée par l'entrée de la matiére subtile qui compose la chaleur. Parce que les parties de cette matiere subtile comme autant de petits coins tendent à écarter les parties de l'air. Ce même ressort agit plus foiblement quand il cesse d'être comprimé, ou quand sa dilatation est augmentée par la décharge du poids d'un autre air qui le pressoit; de même les ressorts des corps grossiers sont d'autant plus foibles qu'ils sont plus dilatés. RE'PONSE.

PLANCHE 6.

Fig. 22. *Conjecture sur l'origine de certains vents. Exemple du ressort de l'air fort augmenté par la chaleur.*

EXPE'RIENCE XXXIII.

PRE'PARATION.

A C est un vaisseau de cuivre rouge appellé *Eolipile* (1), fermé de toutes parts, excepté en A, où est soudé un petit canal A B, dont l'ouverture en B est petite (2). Il faut mettre cette *Eolipile* sur des charbons ardens, & quand elle sera échauffée, il faut avec des pincettes, plonger le bout de son petit canal, ou même l'Eolipile, dans le vaisseau D [*fig.* 23.] plein d'eau.

L'Eolipile A B C où l'eau a été mise, etant placée sur des charbons ardens en E [*fig.* 24.]; il faut mettre son canal en haut.

(1) De 3 pouc. & 9 lig. de Diam. en C (*fig.* 22.) & de 5 pouc. de haut. (2) D'un quart ou d'un tiers de lig.

PLANCHE 6.

Effets.

1. A mesure que cette Eolipile se refroidit, l'eau du vaisseau D, y monte & la remplit presqu'entiérement. *Fig.23.*

2. L'eau & l'air contenus dans cette Eolipile étant échauffez jusqu'à un certain degré de chaleur, il sort par l'ouverture F un souffle violent & impétueux. *Fig.24.*

3. Si on oppose à ce souffle un charbon ou un tison G H, allumé en H, il excite un bruit semblable à celui d'un soufflet de forgeron, & anime le feu, même jusqu'à percer le tison.

4. Pendant que ce souffle sort impétueusement, il faut avec des pincettes renverser l'Eolipile, pour que l'eau qu'elle contient, retombe sur l'ouverture du canal. Aussi-tôt il sort un jet-d'eau GH, qui devient quelquefois haut de 20 ou 25 pieds, pourvû que l'Eolipile soit bien chaude. *Fig.25.*

EXPLICATION.

Pendant que l'Eolipile étoit échauffée, l'air qu'elle contenoit s'est fort dilaté, & il en est sorti la plus grande

PLANCHE 6. partie. Quand on l'a plongée dans l'eau, cet air intérieur qui étoit fort dilaté par la chaleur, s'eſt condenſé. Et alors l'eau du vaiſſeau D ſe trouvant moins preſſée à l'ouverture du petit canal que par-tout ailleurs, y a été pouſſée par le poids de l'air extérieur, & y a monté pour occuper dans l'Eolipile la place de l'air qui en eſt ſorti, juſqu'à ce que cet air intérieur qui y étoit encore reſté, ſoit dans un degré de condenſation capable de faire équilibre contre la preſſion de l'air extérieur.

Fig.23.

Fig.24. La chaleur du feu qui eſt en E agiſſant ſur l'air qui eſt contenu dans l'eau de l'Eolipile, & ſur celui qui eſt dans le reſte de ce vaiſſeau, fait dilater tout cet air avec une telle force, qu'il ſort impétueuſement par la petite ouverture F, & même il ſort par cette ouverture chargé de petites parties d'eau. En cet état ayant plus de maſſe, il heurte encore plus fortement contre le tiſon G H.

Quand nous brûlons du bois vert, nous pouvons remarquer que le feu échauffe l'air & l'humidité qui ſont dans les fibres creuſes & longitudinales du bois. Alors cet air agit par ſon reſſort, tend à ſortir par les pores du

bois, chaſſe au-dehors les parties d'eau qu'il trouve dans ſon paſſage, & ſouvent forme un ſouffle ſemblable à celui de l'Eolipile. PLANCHE 6. Fig. 24.

Ces expériences peuvent ſervir pour faire connoître l'origine des vents, principalement de ces vents impétueux, appellés *ouragans*, qui excitent des tempêtes & des bouleverſemens dans les eaux de la mer, y expoſent les navires au naufrage, déracinent des arbres ſur la terre, renverſent des édifices, &c.

On compare la cavité de l'Eolipile aux cavitez ſoûterraines. L'eau & l'air qui ſont contenus dans l'Eolipile ſont comparez à l'eau, & à l'air, qui ſont ordinairement dans les cavitez ſoûterraines. Le petit canal de l'Eolipile eſt comparé aux petites ouvertures & canaux qui communiquent du dedans de ces cavitez à l'air du dehors qui eſt ſur la terre. La chaleur des charbons allumez qui échauffent l'Eolipile, eſt comparée à la chaleur qui eſt excitée dans ces cavitez ſoûterraines. Enfin le ſouffle impétueux qui ſort de l'Eolipile, eſt comparé aux vents violents qu'on croit ſortir de ces cavitez ſoûterraines par une multi-

PLANCHE 6. tude de petits canaux & de trous qui ſont dans la terre, & qui ſe terminent vers ſa ſurface.

Fig. 24.

Si on fait attention à la ſortie rapide de l'air qui ſouffle en F H, & ſi on conſidere une multitude de ſemblables filets d'air ſortant par autant de différens endroits de la terre, & occupans quelques lieuës en quarré; on verra que toutes ces petites forces agiſſant en même temps, compoſeront une force totale aſſez grande pour former ces vents ravageans.

Fig. 25. L'Eolipile étant renverſée pour faire le jet d'eau, l'air, quoique fortement dilaté par la chaleur, occupe toujours le haut de l'intérieur de l'Eolipile, & l'eau qui eſt la plus péſante en occupe le bas. Et alors le reſſort de cet air enfermé agit violemment ſur l'eau à cauſe de la chaleur. La preſſion de l'air extérieur eſt beaucoup moindre à l'ouverture du canal de l'Eolipile, que la dilation intérieure du vaiſſeau. Cette moindre preſſion laiſſe échapper l'eau qui ſortant impétueuſement, fait le jet-d'eau G H, & enſuite l'air dilaté ſuccéde.

Au lieu d'eau commune, ſi on ſe ſert de bonne eau-de-vie ou d'eſprit

de vin pour faire le jet d'eau, en y approchant la flamme d'une chandelle il se forme auſſi-tôt un jet-d'eau enflâmé, ou un jet de feu. PLANCHE 6. *Fig.* 25.

Il faut avoir des Eolipiles bien soudées, & préférer le cuivre rouge au jaune. Car ſi la chaleur & le reſſort de l'air faiſoient ſéparer les parties de l'Eolipile, cette ſéparation ſeroit ſi violente, que ceux qui ſeroient proches, ſeroient en danger d'en être bleſſez.

Effets alternatifs du Reſſort & de la péſanteur de l'Air.

EXPE'RIENCE XXXIV.

PRE'PARATION.

A B C eſt un vaiſſeau de fer-blanc (1). le tuyau D E (2) eſt ſoudé entre A & B au vaiſſeau A B C, & eſt ouvert par ſes deux extrémitez D & E. Ce vaiſſeau A B C eſt percé par cinq *Fig.* 26.

(1) De 4 à 5 pouc. de diam. (2) De 15 à 16 pouc. de long, & de 9 lig. de diam.

PLANCHE 6. ou ſix trous (1). A ces trous ſont ſoudez autant de petits tuyaux, dont les

Fig. 26. ouvertures ſont diminuées en H, I, K, L, &c. (2). Il y a une eſpéce de plat M N percé au milieu par le trou D (3). En S eſt un anneau qui reçoit l'extrémité D du tuyau D E. Cet anneau eſt ſoûtenu par deux ou trois ſupports ſoudés en T, V, &c. Au tuyau D E eſt une petite boſſe ou ceinture en S, pour empêcher ce tuyau D E de deſcendre trop ſur le trou D. Car l'ouverture D du tuyau D E doit être un peu éloignée de l'ouverture D du vaiſſeau M N (4).

Ayant retiré l'ouverture D de ſon anneau, il faut renverſer le vaiſſeau A B C pour y mettre de l'eau par cette ouverture D, & la remettre dans ſon anneau, de maniere que C ſoit en haut.

Effet.

L'eau coule par les petits tuyaux H I K L, &c. enſuite s'arrête, & peu après recommence à couler; s'arrête

(1) Chacun d'environ 2 lig. de diam.
(2) Réduits à environ une lig. de diam. chacun. (3) De 3 lig. de diam. (4) A la diſtance d'environ 3 à 4 lig.

& coule ainſi alternativement pendant qu'il y a de l'eau dans le vaiſſeau ABC. PLANCHE 6. *Fig.* 26.

EXPLICATION.

Il ſort plus d'eau par les petites ouvertures H I K L, &c. qu'il n'en peut paſſer par le trou D du vaiſſeau M N. Cette eau étant obligée de s'arrêter en D, empêche qu'il n'entre de nouvel air par cette ouverture D du tuyau D E. Pendant ce temps l'eau continuant à couler par l'ouverture D du vaiſſeau M N, repouſſe la colomne d'air qui entroit par ce trou dans le tuyau D E, & qui preſſoit la ſurface F G de l'eau. Alors l'air contenu dans le haut F G C n'étant plus preſſé par l'air extérieur comme auparavant, ſe dilate; après cette dilatation ſes reſſorts ſont affoiblis; la force de compreſſion qui lui reſte encore étant jointe à la pesanteur de l'eau F A B G, compoſe une force totale, qui fait ſeulement équilibre contre la réſiſtance ou le poids des colomnes d'air O A H, P B L, &c. & auſſi-tôt l'air ceſſe de couler. Mais pendant que cette eau ne coule plus par les ouvertures H I K L, &c. l'eau qui eſt tombée dans le vaiſſeau M N continuë toujours de couler par l'ou-

PLANCHE 6. Fig. 26.

verture D du vaisseau M N, jusqu'
ce qu'enfin l'intervalle qui est entr
l'extrémité D du tuyau D E & le tro
D du vaisseau M N soient presqu
vuides d'eau. Cela étant ainsi, l'a
entre par l'ouverture D dans le tuya
D E, & presse la surface F G, de m
niere que sa pésanteur jointe à la pe
santeur de l'eau F A B G, compos
une force qui surmonte la résistance d
colomnes d'air extérieur appliqué
aux ouvertures H I K L, &c. ce qu
fait cesser l'équilibre, & l'eau recom
mence à couler par toutes ces petite
ouvertures, & continuë jusqu'à c
que l'intervalle qui est entre les deu
ouvertures qui sont en D, en soit rem
pli pour cesser ensuite, & après cel
recommencer.

DESCRIPTION

D'une Machine pneumatique.

ON a inventé des instrumens ap
pellés *Machines pneumatiques*, d
πνεῦμα, *vent* ou *souffle*. Parce que l'air y
fait un mouvement semblable au souf
fle, quand elles servent pour examine

son poids, & principalement son ressort. Il y a des Machines pneumatiques de plusieurs sortes, mais difficiles dans leur construction, embarrassantes dans leur usage, souvent peu exactes, & qui coûtent beaucoup. Je me suis appliqué à en chercher une fort simple, & que je crois avoir les avantages des autres sans en avoir les incommodités. PLANCHE 10. *Fig.* 1.

Les parties de cette machine sont une platine de fer ou de cuivre, &c. ronde T V, bien applanie (1).

Au centre de cette platine est soudée ou cimentée l'extrémité A d'un canal (2) de cuivre, qui porte un robinet en B. *Fig.* 2.

Ce canal est percé d'un bout à l'autre (3).

Près son autre extrémité est le trou B en travers, d'une grosseur convenable pour y ajuster un robinet avec sa clef E [*fig.* 3.] ou F [*fig.* 4.] (4).

Il y a sur cette clef deux remarques à faire. La premiere est un trou *Fig.* 3.

(1) De 8 ou 10 pouc. de diam. & d'une lig. ou 2 d'épais. (2) De 4 ou 5 pouc. de long. (3) D'un canal de 2 lig. de diam. (4) A un pou. loin du bout, & d'environ un pou. de dia. au même bout.

PLANCHE 10. G percé au travers (1) [*fig.* 3.].

Fig. 4. La seconde remarque est, qu'à égale distance des deux extrémitez du trou G, est une rénure ou fente F G creusée sur cette clef (2).

Fig. 2. B C est une pompe ou seringue d'étain ou de cuivre (3). Au milieu du bout B D de cette seringue est soudé un bout du canal A B.

Fig. 5. H est un piston terminé aux deux bouts par deux platines de cuivre ou d'étain, rondes, qui y sont soudées (4).

Au bout inférieur de ce piston est une portion de tuyau qui reçoit le bout en anneau d'une verge de fer terminéee en Q par un étrier (5).

Au travers cette portion de tuyau & de l'anneau de cette verge de fer est une vis ou clavette, pour attacher d'une maniere mobile ce piston à cette verge de fer.

---

(1) D'un dia. égal à celui du canal A (*fig.* 2.).

(2) D'une demi-lig. de larg. & d'une lig. & dem. de profon. (3) Longue de 15 pouc. ou environ, & de 2 pouc. ou 2 pouc. & 3 lig de diam. & d'une lig. ou lig. & demie d'épaiss.

Le fond B (*fig.* 2) est de 3 quarts de pouc. d'épaiss.

(4) De 2 pou. & demi de long. (5) Longue de 22 à 23 pouc.

On peut accommoder ce piſton en deux manieres. La premiere, en l'entourant peu à peu de bonne filaſſe, qu'il faut coudre à meſure, & enfin l'enduire d'huile ou de graiſſe. La ſeconde maniere eſt de compoſer ce piſton de pluſieurs ronds ou roüelles de cuir d'empeigne, mêlés alternativement avec des morceaux de chapeau taillez de même; le tout bien arrondi & ſerré par la platine H épaiſſe & contenant une vis. Quand on veut groſſir ce piſton, on ſerre fortement ces roüelles avec cette vis; & quand on le veut plus menu, on preſſe moins. On l'enduit comme dans la premiere maniere. PLANCHE 10. *Fig.* 5.

I K L eſt un vaiſſeau de fer-blanc ou de cuivre. Au milieu du fond L eſt ſoudé un tuyau court qui reçoit l'extrémité inférieure d'une verge de fer, manche du piſton H, entourée de filaſſe pour bien boucher ce tuyau. La vis qui eſt au bout de ce manche entre dans l'écrou de l'étrier Q, qui ſerre le tout.

Ce vaiſſeau I L eſt fait pour contenir de l'eau, & entourer la ſeringue B C, [*fig.* 2.] qu'on y plonge en faiſant entrer le piſton H dans cette ſeringue. Mais parce qu'à meſure que cette ſeringue

PLANCHE 10.

y eſt plongée l'eau monte, l'élargiſſement I K ſert à contenir cette eau de peur qu'elle ne ſorte.

Fig. 5.

Fig. 1. La piéce de bois S triangulaire, & une autre pareille piéce de bois Y, ſeront placées comme la figure le repréſente, & retenuës par chaque coin avec des vis en bois aux trois pieds ou ſupports de la Machine.

La partie B D [*fig.* 2.] de la ſeringue, plus groſſe que le reſte ſera ſupportée ſur la piéce de bois Y à l'endroit de ſon ouverture, & enfin la platine T V eſt appliquée & retenuë ſur les trois ſupports avec trois vis en bois.

Si on veut, on peut ajoûter à cette machine le tuyau de verre S Z ouvert par les deux bouts, dont un eſt plongé dans du vif-argent en S, & l'autre eſt ajuſté & bien lié avec de la veſſie ou du parchemin & de la fiſſelle au canal Z X, fait de cuivre, ou d'étain, &c. ſoudé ou cimenté en X & qui eſt ouvert & communique ſous le récipient. Cela fait juger juſqu'à quel point on doit pomper l'air pour réuſſir à certaines opérations, parce que le vif-argent en S, chargé du poids de l'air extérieur monte dans ce tuyau

à mesure que l'air intérieur du récipient est pompé. Et quand on veut négliger cette précision, il n'y a qu'à fermer le robinet qui est au canal Z X. PLANCHE 10. Fig. 1.

Il faut avoir un vaisseau de verre A [*fig.* 6.] (1), un autre B [*fig.* 7.] (2), & un autre C [*fig.* 8.] (3). Ces vaisseaux sont appellés *Récipients*, parce qu'ils servent pour recevoir ou contenir les sujets d'épreuves.

A B est un cuir de mouton corroyé, humecté d'eau commune, taillé en rond, de même que la platine de la Machine, percé dans son milieu, afin qu'il ne ferme pas l'ouverture du canal du robinet. Il sert sur la platine de la Machine à recevoir le récipient, & à boucher exactement les passages de l'air. Si on veut, on peut mettre l'un sur l'autre deux cuirs, pour que le récipient s'y applique mieux. Fig. 2.

(1) De 3 pouc. & dem. de diam. & de 5 ou 6 pouc. de haut. (2) De 3 pouc. & dem. de diam. & d'environ 9 pouc. de haut. (3) De 7 pouc. & dem. de diam. ou envir. & de 6 à 7 pouces de haut.

PLAN-
CHE 10.

USAGES.

Fig. 1.

Pour ſe ſervir de cette Machine, il faut tourner la clef du robinet, de maniere que ſon trou ſoit en ligne droite avec le canal. Alors il y a communication de l'intérieur du récipient à l'intérieur de la pompe. Enſuite ayant appliqué le cuir moüillé ſur la platine, & un récipient par-deſſus, ſi on abaiſſe le piſton, l'air du récipient ſe dilate, & une partie en deſcend dans la pompe.

Après cela il faut tourner cette clef, de maniere que la rénure ſoit vers la pompe, & paſſe par le canal; alors il y a communication de l'intérieur de la pompe à l'extérieur. Et en remontant le piſton, on fait ſortir de la pompe l'air qui y étoit deſcendu du récipient. En continuant cet exercice juſqu'à ce qu'il ne ſorte plus d'air en remontant le piſton, l'air groſſier du récipient ſera épuiſé avec toute l'exactitude dont la Machine ſera capable.

Enfin pour laiſſer rentrer l'air ſous le récipient, il n'y a qu'à tourner la clef de maniere que la rénure ſoit vers la

la platine T V. Car alors il y aura communication du dehors au dedans du récipient. PLANCHE 10. *Fig.* 1.

Les robinets de cette Machine étant bien faits, il n'y peut passer d'air. Le piston étant couvert d'eau extérieurement, s'il entre quelque chose dans la pompe, ce ne peut être que de l'eau, & non de l'air. Pour peu qu'on ait vû les Machines pneumatiques qui ont été construites en différens temps en France, celles dont on se sert à present en Angleterre, en Hollande, en Allemagne, &c. toutes différentes les unes des autres, il sera facile de juger de l'exactitude & de la simplicité de celle-ci.

L'air comprime les corps de tous les côtez.

EXPE'RIENCE XXXV.

PRE'PARATION.

La communication du dehors au dedans de la pompe étant libre, il faut la fermer en tournant la clef du robinet, de maniere que la rénure ou fente soit en haut.

PLANCHE 10.

Fig. 1.

Effet.

Après avoir abaiſſé le piſton par le moyen de ſon étrier, ſi on le laiſſe libre, il ſera repouſſé avec impétuoſité vers le lieu d'où on l'a tiré, & il pourroit caſſer ou deſſouder le haut de la pompe ſi on ne modéroit la force de ſon retour.

EXPLICATION.

PLANCHE 5. *Fig.* 13. Conſidérons les deux colomnes d'air D B & B E comme deux colomnes qui ſont en équilibre l'une contre l'autre, & chacune de même groſſeur que l'intérieur de la pompe [*fig.* 1. *pl.* 10]. La partie H B eſt ſoutenuë ſur la platine & ſur la clef de la machine pneumatique. Or quand on repouſſe F G D E I depuis H I juſqu'en F G, en ſurmontant l'effort que la colomne B E fait contre le bas D M, l'eſpace F I demeurant vuide d'air groſſier, il faut réſiſter à ce qui preſſe ſur cette ſurface F G, avec autant de force qu'il en faudroit pour ſoutenir toute la colomne H B, ſi l'eſpace F I n'étoit pas vuide d'air groſſier. Si on

considére que l'extérieur du piston de la pompe soit appliqué à cette surface F G, & ensuite qu'on le laisse à sa liberté, il est évident que la colomne B E poussant impétueusement la colomne D G contre le bas de ce piston placé en F G, & n'y ayant d'ailleurs aucune résistance dans l'espace F I, ce piston doit être violemment chassé jusqu'à la surface H I par la colomne inférieure D G. PLANCHE 5. *Fig.* 13.

Au lieu de voir remonter le piston de la pompe ou de la seringue de la machine pneumatique, voyons comment le poids de l'air fait remonter une seringue vers le piston.

Ayant cimenté un crochet au haut d'un long récipient, il faut y attacher l'anneau du piston d'une petite seringue dont le bas soit bouché exactement, & y attacher un poids de 4 livres ou environ. PLANCHE 11. *Fig.* 14.

A proportion qu'on pompe l'air de ce récipient, le poids attaché à la seringue l'entraîne peu à peu vers la machine pneumatique, si on laisse rentrer l'air, la seringue remonte malgré le poids qu'elle soûtient.

PLANCHE 5.

Fig. 4.

Il y a un équilibre entre le poids de l'air du dehors & la réſiſtance de l'air enfermé.

EXPE'RIENCE XXXVI.

PRE'PARATION.

Il faut appliquer le cuir ſur la platine de la machine pneumatique, & y poſer le récipient A B ſur l'ouverture B. Enſuite il faut épuiſer l'air de ce récipient comme il a été dit ci-devant.

Effet.

Si on veut retirer & enlever le récipient A B de deſſus la machine, on trouve qu'il y eſt appliqué ſi fortement, qu'on enleve plûtôt toute la machine, & qu'on enleveroit encore plus peſant que cette machine ſans l'arracher.

EXPLICATION.

Il faut examiner ce que c'eſt qu'épuiſer ou pomper l'air du récipient

A B. Quand on a ainſi appliqué ce récipient, l'air qu'il contenoit étoit ſemblable à celui du dehors ; c'eſt-à-dire, dans un état violent, dans un état de compreſſion, & comme une multitude de petits reſſorts pliez en mille manieres ſous le poids de l'air ſupérieur. Cet air intérieur comprimé réſiſtoit & comprimoit à ſon tour toute la ſurface du dedans de ce récipient, comprimoit le cuir ſur lequel il étoit poſé, & même comprimoit le dedans du canal du robinet avec la même force que l'air extérieur preſſoit la ſurface extérieure de ce récipient, & l'extérieure du piſton. Et alors il y avoit équilibre entre l'air intérieur & l'extérieur. PLANCHE 5. *Fig.* 4.

Mais quand on a abaiſſé le piſton, on a rompu cet équilibre. Parce qu'on a repouſſé la colomne d'air qui comprimoit le piſton extérieurement dans la pompe, ce qui a fait un vuide d'air groſſier dans cette pompe. L'air enfermé dans le récipient trouvant moins de réſiſtance à l'ouverture du canal du robinet qui communique du récipient au-dedans de la pompe, y deſcend tant par ſon propre poids, que parce que les reſſorts de ſes petites parties s'étendent & échapent dans

PLANCHE 5. *Fig. 4.*

ce canal & coulent dans la pompe. Car ces petits reſſorts ne trouvent aucun obſtacle vers cet endroit, pendant qu'ils en trouvent par-tout ailleurs. Enſuite on coupe la communication en tournant la clef du robinet, de ſorte que la fente ou rénure ſe trouve ſur l'ouverture du canal vers la pompe, & on remonte le piſton pour faire ſortir par cette fente l'air qui ſe trouvoit dans la pompe. Ce travail eſt réïteré autant de fois qu'il eſt néceſſaire.

On ne peut pomper tout l'air contenu dans le récipient. Puiſque ſortant principalement par la dilatation de ſes parties, il arrive enfin qu'elles s'appuyent l'une l'autre, & demeurent en cet état.

Pour connoître la cauſe qui fait paroître ce récipient comme attaché ſur la platine de la machine pneumatique, il faut conſidérer une colomne d'air qui preſſe extérieurement ce récipient par deſſus, & une autre qui preſſe par deſſous la platine, & par dedans la pompe lorſque le piſton eſt remonté. Ces colomnes ſupérieures & inférieures, & généralement tout l'air qui environne ce récipient & qui entoure la machine, compriment extérieurement

de toutes parts, au lieu que dans le récipient il n'y a point assez d'air grossier pour résister à l'impulsion de l'air extérieur. Ainsi cette forte adhérence est une suite nécessaire de la pésanteur de l'air; & pour la vaincre & pour arracher le récipient, il faudroit y employer une force plus grande que le poids de l'air extérieur. PLANCHE 5. Fig. 4.

Le poids de l'air brise les vaisseaux appliquez sur la machine pneumatique, s'ils ne résistent également dans toute leur étenduë.

EXPE'RIENCE XXXVII.

PRE'PARATION.

A B est un petit récipient ouvert en B. Dans cette ouverture B est cimenté un petit tuyau G H. Par-dessus ce ciment vers B, est appliquée de la cire renduë molle, ayant été fonduë & mêlée avec un peu de térébentine; sur cette cire je pose l'ouverture de la bouteille de verre plate D F E C; & j'applique le tout sur la machine pneumatique. PLANCHE. 6. Fig. 27.

PLAN-
CHE 6.

Effet.

Fig. 27. Si on pompe l'air, la bouteille se brise en piéces : & il eſt fort rare qu'il arrive aucune fracture aux récipiens ordinaires.

EXPLICATION.

Un récipient ordinaire eſt de figure ronde, qui réſiſte également de toutes parts, contre le poids de l'air, de la même maniere que les voutes dont les parties ſe ſoutiennent mutuellement, & réſiſtent à la péſanteur de leur charge. Ce récipient étant dans toute ſon étenduë d'une épaiſſeur, d'une force & d'une réſiſtance égales, il n'y a pas de raiſon qu'il cede par un endroit plûtôt que par un autre. L'air enfermé dans cette bouteille applatie par les côtez, fait équilibre contre l'air extérieur ; & quand il commence à être pompé, cet équilibre ceſſe, parce que cet air intérieur ceſſe de réſiſter à la péſanteur de l'air extérieur. Alors la ſurface extérieure de cette bouteille commence à ſupporter une partie du poids de l'air qui preſſe deſſus ;

sus; & ce poids extérieur devient d'autant plus fort, que les ressorts de l'air intérieur sont plus affoiblis, ou qu'il est plus pompé. Il arrive enfin que la partie ronde D F E résiste également dans toute son étenduë comme une voute exactement construite. Mais les côtés, par exemple C, qui sont plats, plient sous le poids de l'air; semblables à un lévier dont les bouts seroient fixes en D & en E, qu'une force appliquée en C obligeroit à se courber. Or les côtés plats de cette bouteille de verre ne peuvent pas beaucoup être pliés, ni courbés sans être rompus à cause de la fragilité du verre. PLANCHE 6. Fig. 27.

Pour que cette expérience soit plus sensible en faisant plus de bruit, il faut d'abord vuider l'air grossier de la pompe, comme dans l'expérience 35. & ensuite tourner la clef du robinet pour donner communication du récipient à cette pompe. On peut mettre un linge dessus la bouteille, de peur que quelques éclats n'incommodent. L'air extérieur tombe dans la cavité de cette bouteille, & par cette chûte se condense, ensuite se dilate promptement & produit un ébranlement subit dans l'air voisin qui fait une impression dans

PLANCHE 5. l'oreille que nous appellons *bruit*.

Fig. 10. Au lieu de ces bouteilles plates qui sont devenuës rares par le changement de mode, il n'y a qu'à mouiller une vessie & l'étendre sur le bout ouvert I K d'un rond ou cylindre dont l'autre bout soit ouvert ; appliquez & liez cette vessie autour de ce bout ou bord jusques à un pouce ou deux en dehors. La vessie étant devenuë séche, elle devient exactement collée à ce bord.

L'autre bout ouvert de ce cylindre étant posé sur la machine pneumatique, si on en pompe l'air intérieur, le poids de l'air extérieur brisera cette vessie avec beaucoup de bruit.

Mais il faut que le diamétre de l'endroit où cette vessie est appliquée, ait du moins 4 ou 5 pouces. S'il étoit plus petit la vessie pourroit soûtenir le poids de la colomne d'air sans être rompuë. Parce qu'une moindre surface supporte un moindre poids d'air, qu'une plus grande.

Si on n'a ni bouteilles, ni vessies, il faut mettre sur I K un quarreau de verre L, après y avoir placé un cuir percé au milieu, & mouillé pour bien fermer l'entrée de l'air extérieur ; alors l'air étant pompé, le poids de l'air

extérieur casse & rompt ce verre de la même maniere que la vessie. PLANCHE 10. Fig. 10.

Preuve que le poids de l'air, ou son ressort, soûtient le vif-argent dans les Barométres, &c.

EXPE'RIENCE XXXVIII.

PRE'PARATION.

F C D est un Barométre. AB est une bouteille dont on a usé & ôté le fond en le frottant sur une plaque de fer couverte de sable, ou sur une pierre plate mouillée d'eau. Il faut cimenter cette bouteille en B avec ce Barométre, elle servira de récipient sur la machine pneumatique. Pour faire entrer du vif-argent dans le Barométre F C D par l'ouverture F, je me serts de l'entonnoir recourbé G H L & je remplis ce Barométre comme il a été dit (1) Fig. 30.

Effet.

Après avoir posé l'instrument A B

(1) Expér. 9.

PLANCHE 5. *Fig.* 30.

D ſur la machine pneumatique, ſi je pompe l'air du récipient A B, la colomne de vif-argent C G deſcend juſqu'au niveau dans les deux branches C F & C D.

EXPLICATION.

Pendant que le récipient A B eſt poſé ſur la machine pneumatique, la colomne de vif-argent qui eſt dans la branche C G, eſt ſoutenuë par la preſſion du reſſort de l'air enfermé dans le récipient A B. Mais parce que le reſſort de l'air contenu dans le récipient A B eſt dans le degré de condenſation néceſſaire pour faire équilibre avec la péſanteur de l'air extérieur, l'action du reſſort de l'air intérieur ſur le vif-argent par l'ouverture F, y fait donc la même preſſion que ſi l'air extérieur avoit une communication libre avec l'air intérieur du récipient A B. A meſure qu'on pompe l'air du récipient A B, les reſſorts de celui qui y reſte ſe dilatent, & leur preſſion eſt moindre à l'ouverture F ſur le vif-argent. Et à proportion de l'affoibliſſement de ſes reſſorts, la colomne de vif-argent C G s'abaiſſe &

devient plus petite, jusqu'à ce qu'enfin elle soit en équilibre avec celle de la branche C F, ce qui arrive quand l'air du récipient A B est bien pompé. Et si l'extrémité G descendoit au-dessous du niveau de l'extrémité de la colomne de la branche C F, ce seroit une marque qu'il y auroit un peu d'air dans l'espace G D qui se seroit dégagé d'entre les parties du vif-argent C G. Et alors l'action de son ressort seroit plus forte que celle du peu d'air qui seroit resté dans le récipient A B. PLANCHE 5. *Fig.* 30.

Si on n'avoit pas de Barométre, voici une expérience qui y est semblable. A est une bouteille de verre à long col (1) presque pleine d'eau; on y a laissé un peu d'air en fermant son ouverture avec le pouce, & la renversant dans le vaisseau B C qui contient un peu d'eau, cet air monte vers A. *Fig.* 17.

1. L'eau demeure soutenuë dan sla bouteille ainsi renversée.

2. Ayant mis le tout sous un récipient moyen sur la machine pneumatique, si on en pompe l'air, toute l'eau des-

(1) De 6 ou 7 pouc. de long.

PLANCHE 5. Fig. 17.

cend dans le vaiſſeau B C ; & alors on voit que le peu d'air qui eſt en A eſt capable d'une grande dilatation ; puiſqu'après la deſcente de l'eau, on voit ſortir une partie de cette bulle d'air au travers de l'eau.

3. Si on laiſſe rentrer l'air dans le récipient, l'eau remonte dans la bouteille à peu près auſſi haut qu'auparavant.

La preſſion de l'air ſur l'eau du vaiſſeau B C ſoûtient l'eau dans la bouteille & fait équilibre contre le reſſort de la bulle d'air A.

Quand on pompe de l'air contenu dans ce récipient, le reſſort de la bulle d'air A de cette bouteille ceſſe d'être ſi fortement preſſé par l'autre air qui reſte encore dans le récipient ; alors cette eau deſcend tant par ſa propre péſanteur, que par l'action du reſſort de cette bulle A. Mais quand on laiſſe rentrer l'air extérieur, il preſſe comme auparavant la ſurface de l'eau contenuë dans le vaiſſeau B C, oblige l'air contenu dans cette bouteille à ſe reſſerrer, & l'eau à remonter.

PLANCHE 5.

Le poids de l'air peut contribuer à la dureté de certains corps. *Fig. 1. & 2.*

EXPE'RIENCE XXXIX.

PRE'PARATION.

Les deux corps A & B, de marbre ou de criſtal, ou de verre, &c. ont chacun une de leurs ſurfaces applanie & polie. Je me ſers de deux morceaux de criſtal (1). Au centre de la piéce A *Fig. 1.* eſt cimenté un crochet.

Je couche ſur le cuir de la machine un petit bâton pour ſoulever le verre inférieur après ſa chûte, de peur qu'il ne ferme l'ouverture du canal.

Effets.

1. Si on mouille d'eau commune ces deux ſurfaces polies, & ſi on les applique l'une ſur l'autre en les gliſſant, il arrive que ſi on veut ſéparer *Fig. 1. & 2.*

(1) Chacun de 8 lig. d'épaiſ. ou environ & de 4 ou 5 pouc. de diam.

PLANCHE 5. *Fig.* 3.

ces corps en les tirant perpendiculairement aux surfaces polies, on ne les peut séparer qu'en surmontant une résistance fort considérable.

2. Ces deux piéces étant ainsi jointes l'une à l'autre, & le tout étant soutenu par le crochet à un anneau C ajusté au haut du récipient; après avoir posé le tout sur la machine pneumatique, & avoir beaucoup pompé l'air, il arrive que le corps B se sépare de l'autre A & tombe.

EXPLICATION.

Quand ces deux corps polis sont joints l'un à l'autre par leur surface polie hors du récipient, une colomne d'air presse sur l'un, & une autre colomne presse par-dessous l'autre pour faire équilibre contre la précédente. Ces corps sont donc attachés l'un à l'autre par la pression des colomnes d'air qui les environnent. Or quand ces corps sont mis dans le récipient sur la machine pneumatique, l'air contenu dans ce récipient étant dans un état de compression comme celui que nous respirons, presse par son ressort & conserve ces corps A &

B attachés l'un à l'autre. Mais quand on pompe de l'air contenu dans ce récipient, le reſſort de celui qui y reſte encore, ceſſe de preſſer avec la même force, & alors le poids du corps inférieur B ſurmonte la réſiſtance du reſſort du peu d'air environnant, & ce corps B tombe. PLANCHE 5. *Fig.* 3.

Pour mieux appliquer ces corps l'un à l'autre, il faut mouiller les ſurfaces polies, afin que l'eau rempliſſe les petites cavités qui pourroient s'y rencontrer quoique polies.

Si le corps poli inférieur n'avoit aucune péſanteur, & s'il n'y avoit aucun air entre ces ſurfaces polies, ils ne ſe ſépareroient point, quelque pompement d'air qu'on fît. Car alors rien n'obligeroit ce corps inférieur à deſcendre. La dilatation du peu d'air qui reſte entre ces ſurfaces polies, quelque précaution qu'on prenne pour l'en ôter, peut auſſi contribuer à les ſéparer.

Quelquefois ces corps ſont ſi fortement joints l'un à l'autre, qu'ils y demeurent encore toûjours attachés, quoique l'air qui les environne ſoit pompé autant que la machine en eſt capable. Il faut obſerver que les ſur-

PLANCHE 5. faces polies ne ſoient pas graiſſeuſes. Car c'eſt encore un obſtacle à leur ſéparation. Quand ces corps commencent à ſe ſéparer, celui de deſſous gliſſe un peu de côté ; étant tranſparens, on voit le détachement qui commence au bord du criſtal ſupérieur qui touche encore l'inférieur.

Fig. 3.

Avant que le corps inférieur tombe, ordinairement il gliſſe un peu de côté ; parce que n'étant pas d'égale épaiſſeur dans toute ſon étenduë, il eſt plus péſant d'un côté que de l'autre.

Il y en a qui prétendent que l'étenduë eſt de l'eſſence de la matiere, parce que, diſent-ils, on ne peut ſe former une idée de la matiere, ſans y conſidérer en même temps une étenduë, ainſi l'une ne peut être ſans l'autre. C'eſt-à-dire, que par-tout où il y a de l'étenduë, il y a auſſi de la matiere. Ils prouvent par ce moyen que le vuide ou étenduë en longueur, largeur & profondeur, où il n'y ait aucun corps, eſt impoſſible. Car ſi l'eſſence de la matiere ou du corps étoit ſans la matiere-même, cette matiere ſeroit & ne ſeroit pas en même temps. Ils ſoutiennent encore que ſi les deux corps A & B étoient exacte-

ment polis & bien gliſſés l'un contre l'autre, il ſeroit inutile de pomper l'air qui les environne, parce qu'on ne pourroit jamais les ſéparer; car alors en ſéparant ces corps perpendiculairement à leurs ſurfaces polies, il y auroit pendant un inſtant vers le centre de ces ſurfaces un eſpace vuide, juſqu'à ce que l'air extérieur y fût arrivé pour l'occuper. Si on objecte à cela que ces corps étant poreux, la matiere ſubtile ſuccéde au corps qui eſt remué, leur réponſe eſt facile: parce qu'il n'y a qu'à conſidérer une fort petite partie ſolide & polie, & l'appliquer contre une autre petite partie ſolide & polie. Cela eſt poſſible, puiſqu'il y a dans les corps des parties ſolides entre les pores. Alors la même difficulté demeure toujours; car dans ce ſyſtême, il faudroit qu'en ſéparant ces corps polis, ils fuſſent tellement pliés, que les bords fuſſent premierement écartés l'un de l'autre avant le milieu. PLANCHE 5. *Fig.* 3.

On peut dire que certains corps ſont durs, parce que leurs petites parties ſont appliquées l'une contre l'autre par des ſurfaces polies, & retenuës dans cette ſituation par la péſanteur de l'air

PLANCHE 5. extérieur, par exemple, la cristallisation des sels, &c.

Fig. 14. L'expérience présente est semblable à la suivante, où on suppose un récipient vuide d'air grossier & attaché à la machine pneumatique, sous lequel on met deux Hémisphéres creux, joints ensemble, & dont ayant pompé l'air, il est difficile de les séparer.

A D B & A E B sont deux Hémisphéres creux, comme deux petites écuelles d'étaim ou de cuivre (1), contenant un anneau soudé en D, & un pareil en E. Au côté de A E B est soudé ou cimenté un petit tuyau portant un robinet, & un peu large en C, ou bien on y cimente le col avec le haut d'une bouteille, dont le bord inférieur est applani.

Ayant mis dans la jointure A B un anneau de cuir moüillé, je pompe l'air en ouvrant & fermant le robinet C à chaque sucion, enfin je ferme ce robinet, je laisse rentrer l'air dans ce petit récipient C, je retire A E B D de dessus la machine, j'applique un poids de cinquante livres en E; & avec la cor-

(1) De 6 pouc. de diam. ou environ.

de D, & la main ou la poulie à mouffle, j'éleve ce poids ſans que ces Hémiſphéres ſe ſéparent. Pluſieurs perſonnes en tirent l'une vis-à-vis l'autre ſans pouvoir les ſéparer que difficilement ; & ſi on les ſépare, l'air y entre avec bruit. PLANCHE 5. Fig. 14.

On prétend que pour ſéparer de pareils hemiſphéres vuides d'air groſſier, quand même ils n'auroient que 3 pouces & demi de diamétre, il faut le poids de 140 livres pour repouſſer l'air extérieur qui les preſſe l'un contre l'autre. Si leur diamétre eſt plus grand, il faudra un plus grand poids.

Ces Hemiſphéres ainſi vuides d'air groſſier, étant ſuſpendus dans un récipient, ſi on pompe l'air qui les environne, l'inférieur quitte l'autre & tombe ſur une boëte de bois ronde, miſe deſſous pour le recevoir & conſerver le récipient.

PLANCHE 5.

Fig. 14.

Il y a beaucoup d'air dans les fruits.

EXPE'RIENCE XL.

PRE'PARATION.

Il faut mettre une pomme flétrie sur la machine pneumatique, & appliquer dessus un petit récipient.

Effet.

A mesure qu'on pompe l'air du récipient, cette pompe, de ridée qu'elle étoit, devient polie & s'enfle; de sorte que si on continuë de pomper l'air qui l'environne, il arrive quelquefois que la peau de cette pomme rompt, & qu'il sort de ce qui est dedans avec écume.

EXPLICATION.

Lorsqu'on pompe l'air du récipient, l'air contenu dans la pomme cessant de soûtenir le même fardeau, se dilate, souléve les faces extérieures de la peau, les rend convexes, fait élever & arrondir les enfoncemens qui étoient dans

la surface de cette pomme. La peau de la pomme résiste seulement jusqu'à un certain degré de force ; de sorte que si l'action du ressort de l'air augmente encore davantage, cette peau se brise ; & l'humidité, s'il s'en trouve dans le passage, & même quelque partie intérieure de la pomme, si elle est bien meure, ou si elle est pourrie, sont chassées au dehors, d'où naît l'écume. L'air contenu dans les fruits ne contribuë pas peu à leur accroissement & à leur maturité, pendant que le Soleil les échauffe. Même d'abord que le Soleil échauffe la terre dès le printemps, la dilatation du ressort de l'air qui est enfermé dans les graines ou semences, peut contribuer au développement de leur germe.

PLANCHE 5. Fig. 14.

Si on met sous un récipient moyen une vessie qui contienne peu d'air, & dont l'ouverture soit liée avec de la fisselle, à mesure qu'on pompe l'air, on voit enfler cette vessie de même que la pomme flétrie.

CONSE'QUENCES.

Puisque l'expérience nous fait voir que l'air qui nous environne étant

PLANCHE 5. Fig. 14.

déchargé du poids de l'autre air qui preſſe deſſus, il ſe développe, ſe dilate, & étend les corps molaſſes où il ſe trouve; il eſt évident que ſi on enferme de l'air dans une veſſie, de maniere qu'elle n'en ſoit pas entiérement pleine, & qu'elle demeure un peu flaſque ou flétrie, & que ſi on la tranſporte en cet état d'un lieu bas ſur un lieu fort élevé, elle deviendra fort enflée & fort tenduë: ce qu'on nous aſſure avoir éprouvé. Parce que, comme nous avons remarqué (1), ou comme il eſt facile de l'obſerver, en y tranſportant de même un Barométre, il paroît que les colomnes d'air qui preſſent ſur ce lieu élevé, ſont plus courtes, & par conſéquent plus légeres que celles qui preſſent ſur ce lieu bas. Ainſi l'air de cette veſſie étant moins chargé ſur le lieu haut que ſur le lieu bas, en ſe dilatant, enflera la veſſie.

(1) Page 75.

PLANCHE 5.

La pression de l'air sur les corps & sur la surface de la terre est fort grande. Fig. 8.

EXPE'RIENCE XLI.

PRE'PARATION.

F est une vessie moüillée dont environ le quart est plein d'air. Il faut lier son ouverture avec une fisselle, & la mettre dans un pot cylindrique de fer-blanc A (1) soûtenu sur trois boutons. Dans ce vaisseau A il faut poser sur cette vessie [*fig.* 8.] un poids de plomb de dix ou douze livres, (2) le tout sur la machine pneumatique sous un récipient en G. Fig. 9. Fig. 12.

Effet.

A mesure qu'on pompe l'air du récipient, cette vessie devient sensiblement plus enflée, souleve le poids G, & continue de s'enfler pendant qu'on pompe l'air.

(1) De 4 pouc. 2 lig. de dia. ou envir. & de 5 pouc. de haut. (2) D'environ 2 pouc. & demi de haut, & de 4 pouc. de diam.

PLANCHE 5.

EXPLICATION.

Fig. 12. Cette expérience fait connoître que l'air prochain de la terre eſt fort comprimé par l'autre air qui eſt appuyé deſſus, puiſqu'un peu de cet air voiſin de la terre étant déchargé de cet autre, ſouleve par ſa dilatation un *Fig.* 8. poids conſidérable. L'air conſervé dans la veſſie F eſt ſemblable à celui que nous reſpirons, il eſt preſſé par le poids de celui qui l'environne ; *Fig.* 12. étant poſé dans le récipient, il continue à être preſſé par le reſſort de l'air du récipient, & eſt auſſi preſſé par un poids de plomb. Mais lorſqu'on pompe l'air du récipient, ce poids de plomb & l'air de cette veſſie ceſſent d'être comprimés comme auparavant. Car à meſure qu'on pompe de l'air du récipient, les reſſorts de ſes petites parties deviennent plus déployés, plus dilatés, & par ce moyen plus affoiblis, & alors ils preſſent moins le poids de plomb. Les parties d'air enfermé dans la veſſie n'ayant plus la même charge qu'auparavant, ſoulevent facilement ce poids par leur reſſort.

Il ne faut pas trop pomper l'air, parce que cette veſſie, à force de s'enfler, feroit que le poids pourroit caſſer le récipient par ſa chûte. PLANCHE 5. Fig. 12.

Effet de la preſſion de l'air du dehors quand l'air du dedans ceſſe de réſiſter.

EXPE'RIENCE XLII.

PRE'PARATION.

G H eſt un petit récipient de cuivre ou de fer-blanc, ouvert & mince en H. Sur cette extrémité H d'un diamétre plus petit que le reſte, eſt appliquée une moitié de pomme, & le tout poſé ſur la Machine pneumatique. Fig. 7.

Effet.

Ayant tourné la clef du robinet, mis ſa rénure vers la platine, & enſuite baiſſé le piſton juſqu'en bas de la pompe, ſi on tourne cette clef pour donner communication du récipient à la pompe, le milieu de cette moitié de pomme eſt promptement coupé par les bords tranchans du

PLANCHE 5.

récipient, & y tombe avec bruit.

Fig. 7.

EXPLICATION.

Auſſi-tôt qu'on pompe de l'air de ce petit récipient, le reſſort de ce qui y en reſte n'a plus aſſez de force pour faire équilibre contre la colomne d'air F H qui preſſe ſur cette moitié de pomme. Parce que le développement des reſſorts de ce qui reſte d'air dans ce récipient a affoibli leur action. Le milieu de cette moitié de pomme céde à la plus forte impulſion, & eſt abaiſſé par la colomne d'air qui preſſe deſſus.

Après avoir pompé une fois, ſi la pompe eſt aſſez dure pour ſupporter le poids de l'air F H, pour réüſſir il n'y a qu'à pomper encore.

Au lieu de cette moitié de pomme: ſi on met la paume de la main ſur ce petit récipient G H, on ſentira la preſſion de l'air extérieur; & le développement de l'air enfermé dans la chair à l'endroit qui eſt poſé ſur ce récipient, y formera une tumeur comme dans l'expérience 30. Cette tumeur diſparoîtra auſſi-tôt qu'on laiſſera rentrer l'air extérieur.

PLANCHE 5.

Fig. 7.

La respiration est un effet du poids de l'air.

EXPE'RIENCE XLIII.

PRE'PARATION.

Il faut mettre un animal sur la Machine pneumatique; par exemple, un oiseau, un chat, une souris, &c. & appliquer un récipient par-dessus assez grand pour le contenir.

Effets.

1. Quand on a pompé l'air du récipient jusqu'à un certain degré, l'animal qui y est contenu, devient comme mort; & si on y laisse revenir l'air, l'animal se remet peu à peu dans l'état où il étoit auparavant.

2. Mais si on ne laissoit pas rentrer l'air quand cet animal paroît comme mort, & si on continuoit encore à le pomper, ou si après l'avoir pompé on attendoit trop à le laisser rentrer, l'animal mourroit véritablement.

PLANCHE 5.

EXPLICATION.

Fig. 7.

Il faut examiner la méchanique de l'inſpiration & de la reſpiration.

Les côtes ſont des arcs ou des demi circonférences de cercles, & ſont attachées d'une part avec les vertebres de l'épine du dos, & d'une autre part elles ſont preſque toutes attachées au *Sternum*, qui eſt un os tendre placé au-devant de la poitrine.

Le diaphragme eſt une cloiſon qui ſépare le ventre inférieur & la poitrine; c'eſt un muſcle dont les fibres motrices viennent de la circonférence ſe terminer comme des rayons de cercle, vers le centre qui eſt une partie tendineuſe.

Pendant *l'expiration*, c'eſt-à-dire, quand l'air eſt chaſſé des poumons, la courbure des côtes deſcend obliquement, & s'affaiſſe ſur ce qui eſt contenu dans la poitrine. Alors les deux extrémités de chacune des côtes vraies ſont leurs deux pivots ou points d'appui, & en même temps le diaphragme devient convexe. Mais pendant *l'inſpiration*, c'eſt-à-dire, lorſque l'air entre dans les poumons, les

côtes qui étoient affaiſſées ſont relevées par des muſcles, l'air qui preſſe ſur la poitrine eſt ſoulevé, & en même-temps le diaphragme s'applanit, parce que ſes fibres motrices s'accourciſſent. Par ce moyen la cavité de la poitrine ſe trouve augmentée, & alors l'air extérieur entre dans la bouche, & enſuite dans le poumon, parce qu'il y trouve moins de réſiſtance. Cet air extérieur entrant par ſa propre péſanteur dans les petites veſſies qui compoſent le poumon, comprime les petites artéres & les petites veines qui ſont diſperſées dans leurs membranes, par ce moyen contribue au mouvement du ſang, & le perfectionne en pluſieurs manieres. PLANCHE 5. Fig. 7.

Quand on a pompé l'air qui environne l'animal, la poitrine ſe dilatant, comme elle a coûtume, les poumons ne ſe peuvent dilater, parce que le reſſort du peu d'air qui reſte dans le récipient après qu'on en a pompé ce que la Machine en pouvoit pomper, n'a pas aſſez de force pour entrer dans les poumons, & pour les dilater. Outre cela, l'air qui eſt enfermé dans les inteſtins ſe dilatant conſidérablement, parce qu'il

PLANCHE 5. *Fig.* 7.

ceſſe d'être chargé du poids de l'air extérieur, preſſe fortement le diaphragme, & empêche qu'il ne s'applaniſſe. La reſpiration étant par ce moyen interrompuë, la ſubſtance des poumons s'affaiſſe l'une ſur l'autre, & auſſi-tôt la circulation du ſang devient embarraſſée & interrompuë

Le mouvement du ſang étant preſque interrompu, tous les autres mouvemens du corps ſont interrompus; c'eſt ce qui fait que l'animal paroît comme mort. Alors laiſſant rentrer l'air, il ſemble que l'animal reſſuſcite. Parce qu'il commence un peu à reſpirer, & la circulation du ſang qui n'avoit pas encore entiérement ceſſé, ſe rétablit, & enſuite il ſe meut comme il avoit coûtume.

Mais quand tous les mouvemens de la machine animale ſont interrompus, c'eſt-à-dire, lorſqu'effectivement le ſang ne circule plus, c'eſt en vain qu'on laiſſe rentrer l'air, l'animal ne peut plus remuer.

Quand l'air du récipient eſt bien pompé, le ventre de cet animal eſt fort gonflé: & auſſi-tôt qu'on laiſſe rentrer l'air dans ce récipient, ce qui

étoit

étoit gonflé s'affaisse & se remet dans son état ordinaire. PLANCHE 5.

Auparavant qu'on mette l'animal sur la machine pneumatique, il faut y étendre un papier percé d'un petit trou à l'endroit du canal du robinet. Ce papier reçoit quelques saletés que le ressort de l'air contenu dans les intestins de l'animal fait ordinairement sortir dehors. *Fig. 7.*

Il y a beaucoup d'air dans les liqueurs, dans les œufs, &c.

EXPE'RIENCE XLIV.

PRE'PARATION.

Il faut mettre un gobelet de verre sur la machine pneumatique, le remplir presque d'esprit-de-vin, ou de vin, ou même d'eau un peu chaude, ou de bierre (1); &c. & appliquer un petit récipient sur le tout. *Fig. 16.*

Il faut faire une ouverture au bout d'un œuf, le mettre dans un petit go-

(1) Huit ou 10 onces.

PLANCHE 5. *Fig.* 16.

belet de verre C D, de sorte que l'ouverture soit dessous, & touche presque le fond, mettre le petit récipient A B par-dessus.

Effets.

1. Quand on a pompé beaucoup d'air du récipient, il s'éléve dans chacune de ces liqueurs des bulles d'air; & si on continue à pomper, elles boüillonnent. L'eau tiéde bouillonne fortement; la bierre produit beaucoup d'écume.

2. A mesure qu'on pompe l'air du récipient A B, ce qui est contenu dans l'œuf sort, & quand on laisse rentrer l'air, ce qui étoit sorti de l'œuf y rentre.

EXPLICATION.

Les liqueurs contiennent beaucoup d'air enfermé dans les petits espaces qui sont entre leurs parties. Dans certaines liqueurs il s'en trouve davantage, & dans d'autres moins, selon que ces liqueurs sont plus ou moins visqueuses, ou plus ou moins pésantes.

Il y a beancoup d'air dans l'esprit

de-vin. Parce que cette liqueur étant fort légere, l'air qui y eſt enfermé & diviſé en petites parties, n'a pas un excès de légereté aſſez grand par-deſſus un pareil volume de liqueur, pour ſurmonter un peu d'attachement que les parties de cette liqueur ont l'une à l'autre, & pour vaincre leur frottement. PLANCHE. 5. *Fig.* 16.

L'air contenu dans le récipient étant autant preſſé que celui que nous reſpirons, il preſſe à ſon tour, & réſiſte contre la ſurface de tout ce qu'il touche, même contre la ſurface de cet eſprit-de-vin. Mais quand on pompe cet air du récipient, ſa preſſion ou ſon action ſur l'eſprit-de-vin diminuë conſidérablement. Alors l'équilibre ceſſe, & le reſſort de l'air enfermé dans l'eſprit-de-vin ne ſoûtenant plus la même charge, ſe dilate, & forme un volume beaucoup plus grand qu'auparavant. Or ce volume d'air ainſi dilaté devient beaucoup plus léger qu'un pareil volume de liqueur environnante, la colomne de liqueur qui ſouleve chaque bulle d'air par le deſſous, la chaſſe avec une force aſſez grande pour vaincre le frottement, la viſcoſité, & tous les autres obſtacles qui l'empê-

PLANCHE 5.

choient de sortir auparavant. Ce mouvement de bas en haut continue pendant qu'il y a assez d'air pour former des bulles d'un plus grand volume. Enfin la plus grande partie de cet air étant dissipée, ce bouillonnement cesse.

Fig. 16.

Ces bulles d'air sont plus petites vers le fond de la liqueur que vers le haut, parce qu'elles y sont plus chargées.

Si on met de l'eau dans un gobelet & un petit récipient par-dessus, on verra qu'en pompant l'air il en sortira une grande quantité de petites bulles d'air en forme de fumée, plus petites vers le fond du vase, & qui se dilatent à mesure qu'elles montent & qu'elles sont moins chargées. Cet effet devient fort sensible quand l'eau est un peu chaude: car alors elle bouillonne à gros bouillons jusqu'à sortir hors du vase. Cette différence vient de ce que l'air de l'eau froide ne se dilate que par l'absence du poids de l'autre air qui pressoit sur l'eau; & que l'air de l'eau chaude fait déjà un effort considérable pour se dilater (1), & outre cela est encore aidé par

(1) Expér. 20.

la décharge de l'autre air comme dans l'eau froide. PLANCHE 5.

Il y a donc deux maniéres de faire bouillir l'eau. La plus commune eſt de raréfier par la chaleur du feu l'air enfermé entre ſes parties. La ſeconde eſt d'ôter le poids de l'air extérieur qui condenſoit ces petites parties d'air diſperſées entre les parties d'eau. *Fig.* 16.

Au lieu d'eſprit-de-vin ſi on met du vin, on trouvera qu'étant déchargé du poids de l'air, il bouillonnera preſque auſſi fort que l'eſprit-de-vin. Cela s'apperçoit bien dans de bon vin blanc ; parce qu'à cauſe de la tranſparence les bulles d'air paroiſſent mieux. Il y a apparence que toutes ſortes de liqueurs ſpiritueuſes fermentées en feroient de même.

Il y a beaucoup de parties d'air enfermées & mêlées entre les parties de bierre ; parce que les parties de bierre ſont embarraſſées l'une avec l'autre, comme bourbeuſes & gluantes. Cet air qui eſt entre les parties de la bierre, à meſure que l'air du récipient eſt pompé, occupe par la dilatation de ſon reſſort, aſſez de place pour faire par-deſſus un pareil volume de liqueur, un excès de légereté aſſez

PLANCHE 5. Fig. 16.

grand pour percer & fendre la ténacité de cette liqueur, & pour monter vers le deſſus, comme dans les liqueurs précédentes. Mais cet air étant enfermé dans des petites cavités glutineuſes, demeure quelque temps dans cet état, & forme l'écume qu'on y obſerve. Auſſi-tôt qu'on laiſſe rentrer l'air extérieur, il repreſſe l'air rarefié contenu dans ces cavités d'écume, les applatit, & enfin en rompt la plûpart qui diſparoiſſent.

Afin qu'il y ait beaucoup d'écume, la bierre nouvelle la plus douce, ou la moins aigre doit être préférée. Parce que plus cette liqueur a fermenté, les parties de ſel étant en mouvement, ſubtiliſent les autres parties groſſieres & embarraſſantes de la liqueur, & alors il s'en dégage beaucoup de parties d'air, & on ne les trouve plus en faiſant l'expérience.

Quand on pompe de l'air du récipient ſon reſſort s'affoiblit, & alors l'air enfermé dans l'œuf ceſſant d'être preſſé par l'air qui l'environne, ſe dilate, chaſſe & pouſſe dehors ce qui ſe trouve entre lui & l'ouverture de l'œuf. Quand on laiſſe rentrer l'air dans le récipient, l'air in-

térieur de l'œuf étant fort dilaté ; son ressort est trop affoibli pour conserver ce volume, & faire équilibre contre la pésanteur de l'air extérieur. Cet air intérieur est donc réduit à un moindre volume par la pésanteur de l'air extérieur qui repousse en même temps dans la coquille ce qui en étoit sorti & qui étoit à l'entrée. PLANCHE. 5. *Fig.* 16.

Peut-être que l'action du ressort de cet air enfermé dans l'œuf se trouvant augmentée par la chaleur de la poule, ne contribue pas peu à la formation, au développement, & à l'accroissement du poulet. Car on doit regarder la pésanteur & le ressort de l'air, comme deux grands agens qui causent un changement continuel à tout ce qui se trouve sur la terre.

✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲✲

Si un corps plongé dans un fluide change de volume, il change aussi de pésanteur par rapport à ce fluide.

EXPE'RIENCE XLV.

PRE'PARATION.

Il faut moüiller un morceau d'éponge, de maniere qu'il nage & excéde

PLANCHE 5. Fig. 16.

de peu la surface supérieure de l'eau d'un gobelet. Il faut le poser sur la machine pneumatique, & le couvrir d'un petit récipient de verre.

Effets.

1. Si on pompe l'air du récipient, l'éponge s'éleve un peu ; mais si on laisse rentrer l'air dans le récipient, cette éponge descend au fond du gobelet, & y demeure.

2. Quand on repompe l'air du récipient, l'éponge monte & flotte comme auparavant. Aussi-tôt qu'on y laisse encore rentrer l'air, l'éponge retourne au fond du gobelet ; continuant de monter & de descendre selon qu'on pompe l'air, ou qu'on le laisse revenir.

EXPLICATION.

Cette éponge étant placée vers la surface de l'eau, elle contient de l'air dans plusieurs de ses petites cavités, qui résiste & fait équilibre contre la pésanteur de l'air extérieur contenu dans le récipient. Mais quand on pompe l'air de ce récipient, l'air

contenu dans les cavités & dans les pores de l'éponge n'ayant plus la même charge, se dilate, & une partie en sort ; l'autre partie y reste, & tient toujours l'éponge dans la même dilatation qu'auparavant. Le même volume de l'éponge est donc conservé, & elle demeure en équilibre contre un certain volume d'eau sans descendre. Mais laissant rentrer l'air, il presse sur la surface de l'eau, & sur l'éponge qui y est plongée : le ressort du peu d'air qui étoit encore resté dans l'éponge, n'ayant pas assez de force pour résister à la pression de cet air extérieur, son volume & celui de l'éponge diminuent. Alors l'éponge conserve presque la même pésanteur, & correspondant à un moindre volume d'eau, devient plus pésante que ce volume d'eau auquel elle correspond, & tombe au fond. Quand cette éponge est au fond du vaisseau, si on pompe l'air qui presse sur la surface de l'eau où elle est plongée, alors l'air qui étoit encore resté dans les petites cavités de l'éponge se dilate, & en même temps le volume total de l'éponge devient plus grand, occupe une plus grande place dans l'eau, par

PLANCHE 5. *Fig.* 16.

PLANCHE 5. ce moyen elle devient plus légere qu
le volume d'eau dont elle occupe l
Fig. 16. place, & elle eſt élevée vers la ſur
face de l'eau. Enfin elle retombe en
core au fond quand on laiſſe rentre
l'air, tout comme auparavant.

Fig. 15. De même une petite bouteille B ou
verte, miſe dans le vaiſſeau E F, & u
petit récipient par-deſſus, ſi on pom
pe de l'air contenu dans le récipient
en même-temps il ſort de l'air de l
bouteille, & elle demeure toûjour
vers le deſſus de l'eau. Mais quan
on laiſſe rentrer l'air extérieur, i
preſſe l'air intérieur reſté dans la bou
teille, le condenſe beaucoup. Alors l
volume total compoſé de cet air &
du verre de la bouteille étant beau
coup diminué, devient plus péſan
que le volume d'eau dont il occu
pe la place; & de même que l'épon
ge, la bouteille tombe au fond, &
remonte quand on pompe de l'air du
récipient.

Si ce vaiſſeau E F eſt un peu grand,
on peut y mettre avec l'eau pluſieurs
petites images creuſes & percées par
le bas; ou ſi elles ne ſont pas creuſes,
on peut les attacher à l'ouverture de
pluſieurs petites bouteilles. Ayant un

peu pompé l'air qui environne le tout, il sort de l'air de ces cavités ; le laissant rentrer dans le récipient, ces images descendent au fond. Si on le pompe encore, elles remontent tout de même que l'éponge. PLANCHE 5. *Fig.* 15.

Ayant laissé un peu d'air dans une vessie dont on a lié l'ouverture, si on y attache un poids pour la tenir au fond de l'eau, & si on applique le tout sur la machine pneumatique sous un récipient ; à mesure qu'on pompe l'air, la vessie s'enfle & monte avec son poids.

De même si on attache du plomb à du liége pour que le tout descende au fond de l'eau ; si l'air qui presse sur cette eau est pompé, le liége & le plomb montent. Parce que l'air qui est dans le liége se dilate & dilate le liége, quand l'air rentre dans le récipient le liége devient plus petit.

PLANCHE 5.

Fig. 15. *L'Air échauffé eſt plus léger, & ſon mouvement conſerve & anime le Feu.*

EXPE'RIENCE LXVI.

PRE'PARATION.

Il faut mettre une chandelle ou des charbons allumés ſous un vaiſſeau, & le fermer exactement, par exemple, ſous un petit récipient de la machine pneumatique & l'appliquer ſur ſon cuir mouillé.

Effets.

1. Ce feu eſt éteint preſque auſſitôt.

2. Il eſt éteint encore plus promptement ſi on pompe l'air qui l'environne.

3. La fumée monte, enſuite tombe.

EXPLICATION.

L'air ainſi enfermé s'échauffe, l'action de ſon reſſort s'augmente, & preſſe davantage les matieres allumées,

ce qui diminuë le mouvement qui fait le feu & la flamme. Outre cette preſſion, la circulation d'air voiſin qui eſt néceſſaire pour exciter le feu, eſt interrompuë. PLANCHE 5. Fig. 15.

Quand on pompe l'air qui environne la flamme, la matiere ſubtile qui la compoſe ſe diſſipe plus promptement, & cette flamme diſparoît.

La fumée tombe; car elle n'a point de légereté abſoluë, elle eſt ſeulement moins péſante que l'air, & quand il a été pompé, il a ceſſé de la ſoûtenir.

Pendant que le feu eſt allumé, l'air prochain eſt échauffé & mêlé d'une grande multitude de parties de matieres fort ſubtiles, fort agitées, & compoſe un volume qui eſt plus léger qu'un égal volume d'autre air voiſin qui contient moins de cette matiére ſubtile. L'air ainſi échauffé eſt donc élevé en haut, pendant que d'autre air, par ſon poids, ſuccede en ſa place; d'où il arrive une circulation continuelle, qui eſt néceſſaire pour la conſervation du feu ordinaire.

L'air qui monte dans les cheminées où il y a du feu, vient du dehors de

PLANCHE 5. *Fig.* 15.

la maiſon, & de toutes parts; ſon mouvement eſt rapide en entrant par les jointures des portes & des fenêtres, où ſouvent, quand l'appartement eſt petit, il excite un ſifflement pendant un grand froid, parce qu'alors ſon mouvement a plus de vîteſſe; & ſi on ſe chauffe proche un grand feu, on ſent plus vivement le froid par derriere, à cauſe d'un nouvel air qui vient vers le feu, & qui ſuccede continuellement.

En hyver l'air étant froid, ſec & avec gêlée, le feu eſt beaucoup plus actif & plus ardent, le bois brûle beaucoup mieux; parce que la circulation de l'air a plus de vîteſſe, à cauſe qu'il eſt plus condenſé par le froid. Et par ce moyen le mouvement des parties ſubtiles qui compoſent la flamme devient plus rapide, & les particules ſalines diſperſées dans l'air qui y ſont alors plus abondantes, ſont beaucoup plus agitées, & pénetrent avec plus de vigueur les pores du bois.

L'air même qu'on reſpire ſemble d'autant plus viſible, que l'air extérieur eſt plus froid. Cet air qu'on reſpire monte en haut, & eſt ſembla-

ble à la fumée ordinaire. Parce que cette fumée eſt compoſée de petites bulles d'eau pleines d'un air dilaté, & plus léger qu'un pareil volume de l'autre air qui l'environne. Ces petites parties d'air deviennent plus viſibles pendant le froid, parce qu'alors l'air voiſin eſt plus reſſerré, & s'oppoſe davantage à la diviſion de ces petites bulles d'eau & d'air. PLANCHE 5. Fig. 15.

C'eſt cette circulation d'air qui a donné lieu d'inventer & de placer au milieu d'un appartement un fourneau de fer, dont le fond eſt une grille, au-deſſus & autour ſont des plaques de fer avec une petite porte, & à un des cotés eſt placé un long tuyau auſſi de fer mince, qui conduit la fumée hors de la maiſon. Ce fourneau eſt utile pour échauffer une ſalle, une chambre, &c.

Auſſi-tôt que le dedans de ce fourneau eſt échauffé, le bois y brûle aſſez promptement, ſans cauſer de fumée dans la maiſon; parce que l'air entre rapidement dans ce fourneau par la grille, pour ſuccéder à celui qui vient d'être raréfié par la chaleur, & qui eſt enlevé dans le tuyau où il entraîne la fumée.

PLANCHE 5. Fig. 15. Afin que le feu ſoit plus ardent dans les fourneaux, & même dans les réchauds ordinaires, il faut mettre le charbon ſur des grilles de fer, pour que l'air, en circulant, vienne ſouffler par-deſſous, & paſſer entre les charbons. Parce que cet air devient plus léger étant raréfié par la chaleur de ce feu.

PLANCHE 7. Fig. 8. On s'eſt ſervi de ce mouvement ſucceſſif de l'air, pour chaſſer la fumée de quelques appartemens où elle étoit fort incommode. A N & B N ſont les parties d'un morceau de fer plat, mince & plié à l'endroit C N en équerre, ou à angle droit (1). On place ce fer A B N à l'endroit où le feu a coûtume d'être allumé. Ce feu ſe trouvera ſur B N, & chauffera auſſi A N qui ſera derriere. Il faut fermer de maſſonnerie l'eſpace qui eſt autour de ce fer de l'épaiſſeur D A, laiſſer une petite ouverture en F G, & conſerver un long tuyau B E qui ſe termine hors de la maiſon en plein air, & laiſ-

(1) De 2 pieds de long en C N, & d'environ 18 pouces de large en C A ou C B de part & d'autre.

ſer

fer auſſi une cavité derriere A N & B N. PLANCHE 7.

Quand on a mis le feu ſur les plaques A N & B N, l'air qui eſt enfermé dans l'autre côté eſt échauffé, & ſort par F, s'il s'agit ſeulement de chaſſer la fumée; ou ſort par le tuyau F G au travers un des jambages de la cheminée, s'il s'agit faire circuler dans l'appartement un nouvel air utile pour la ſanté, & pour échauffer beaucoup d'eſpace. Fig. 8.

La flamme ſe termine en pointe, parce qu'elle agit ſur l'air par ſa chaleur, & en même-temps cet air échauffé, dilaté, & par ce moyen rendu plus léger, monte & entraîne la flamme en haut, & l'aiguiſe.

Voici encore un effet bien ſenſible du mouvement de l'air échauffé par le feu. PLANCHE 3.

Le rond E B (1) eſt fait de fer-blanc. Il y a dix-huit lames auſſi de fer-blanc, quoique la figure n'en repréſente que neuf ou dix, pour éviter la confuſion. Elles ſont poſées obliquement (2), & ſont ſoudées à la Fig. 8.

(1) De 8 pou. & un quart de diam.
(2) D'un pou. & 5 lig. de large.

PLANCHE 3. Fig. 8.

circonférence E C H, &c. plus étroites vers le centre, où elles sont aussi soudées avec un pivot pointu posé en D sur une plaque de fer ou de cuivre. A B est un chassis de fer-blanc (1); à ce chassis est collé du papier blanc, orné, si on veut, de figures. D F est un support, & sur le pied en G est un ou plusieurs petits chandeliers, pour y mettre une ou plusieurs chandelles.

Pendant que la chandelle sera placée en G, & allumée, cette lanterne étant libre sur son pivot en D tournera toûjours du même côté.

PLANCHE 11. Fig. 15.

A B (2) est une grande balance faite de bois léger soutenuë sur une pointe en O (3), à son centre de pésanteur, où est un peu de fer plat pour empêcher cette pointe d'entrer dans le bois.

Aux extrémités sont deux plaques C D de fer-blanc inclinées environ à 45 degrés, l'une d'un côté, & l'autre de l'autre (4). Au-dessous de ces plaques

(1) D'un pied de haut. (2) De 4 pieds ou 4 pieds & demi de long. (3) De 18 ou 20 pou. de haut. (4) De 6 pou. en quarré.

sont des piéces de bois A E, &c. (1) minces qui portent des chandeliers (2) de fer-blanc G, &c. d'un côté, & des petits contrepoids de l'autre. Si on met 3 ou 4 courtes chandelles ou bougies allumées dans ces chandeliers, cette grande balance tourne & porte avec elle le principe de son mouvement, ce que la lanterne précédente ne fait point. PLANCHE II. Fig. 15.

Cela fait voir que les chocs obliques font leurs impressions suivant la ligne perpendiculaire aux surfaces qui sont frappées. A B représente une des lames de fer-blanc posées obliquement. La chandelle C étant allumée, sa fumée s'éleve & frappe en D suivant la direction D E. Cette force, qui tend vers E, est égale à celle qui naîtroit du concours d'action de deux autres forces, dont une agiroit suivant D B, & l'autre suivant D F, & qui seroient entr'elles comme D B est à D F. Considérons donc ces deux forces. Celle qui agiroit suivant D B ne feroit aucune impression sur la surface PLANCHE 3. Fig. 9.

(1) De 8 pou. & demi de haut.
(2) Eloigné de E de 15 lig.

PLANCHE 3. A B. De l'effort total de la fumée de la chandelle, il reſte donc la force qui agit ſuivant la perpendiculaire D F, & qui employe toute ſon action contre la ſurface A B. Toutes ces lames de fer-blanc du fond E B étant inclinées du même côté, la fumée de la chandelle agit ſur toutes ces lames l'une après l'autre avec la même force, de la même maniere, & en ſuivant la même direction; c'eſt ce qui fait tourner cette lanterne, & toûjours du même côté.

Fig. 9.

Fig. 8.

PLANCHE 7. Le mouvement d'air échauffé a aſſez de force pour faire mouvoir des tourne-broches.

Fig. 9. A B & C D ſont deux barres de fer poſées l'une au deſſus de l'autre à travers la cheminée ſur le foyer T.

G H eſt une verge de fer qui porte le pignon I K de ſix dents, & le cercle de fer plat L M (1).

Autour de ce cercle L M ſont clouées neuf aîles N, N, N, &c. (2), faites de fer-blanc ou de tôle, inclinées ſur le plan du cercle L M (3), ou

(1) D'environ 3 pou. de diam. (2) D'un pied de long, & de 8 pou. d'arc en N.
(3) D'environ 2 doigts.

posées obliquement l'une un peu au-dessus de l'autre. PLANCHE 7.

Aux bords ou arcs des aîles N, N, N, &c. est attaché un fil de fer tout autour pour les tenir en situation, & qui est coudé en passant de l'une à l'autre comme en P. *Fig. 9.*

La rouë Q R (1) contient trente-six dents, & est attachée à un essieu posé en H & en X. Au lieu du pignon K on peut se servir de la lanterne S faite de deux cercles de fer, & de six fils de fer.

Quand le pignon I K fait six tours, la rouë Q R n'en fait qu'un, & par le moyen de la corde V fait tourner la broche T soûtenuë à la maniere ordinaire.

Plus le feu est grand, plus la rouë Q R tourne vîte, & au contraire; ainsi rien ne brûle mal à propos. On ne craint point la chûte des poids par la rupture des cordes, du ressort, &c. comme aux autres tourne-broches; on n'est point sujet à le remonter, & il ne s'arrête point pendant qu'il y a du feu. Quand on ne s'en sert point, il n'y a qu'à élever un peu la verge

(1) D'environ 4 pou. de diam.

PLANCHE 7. G H, on la retire facilement, auſſi-bien que la rouë, &c.

Fig. 9.

Les corps de volumes inégaux qui ſont en équilibre dans l'air groſſier, ceſſent d'être en équilibre dans l'air ſubtil.

EXPE'RIENCE XLVII.

PRE'PARATION.

PLANCHE 5. Il faut mettre une balance exacte C D & ſon appui E F ſur la machine

Fig. 18. pneumatique, y attacher un poids A, par exemple, de liége, ou de cire, & un poids B fait d'une autre matiére, par exemple, du plomb, mettre ces deux poids en équilibre entr'eux, & par-deſſus le tout un récipient de verre.

Effet.

Quand on pompe l'air du récipient, l'équilibre de ces deux poids ceſſe, & celui qui eſt le plus gros péſe plus que l'autre.

EXPLICATION.

La péſanteur d'un corps dur plongé

dans un fluide, eſt diminuée de la valeur du poids d'un pareil volume de ce fluide (1). Le corps A ayant un plus grand volume que le corps B, alors pendant que ces deux corps ſont attachés en C & D en équilibre, l'air agit plus fortement contre le corps A pour le ſoutenir, & agit avec moins de force contre le corps B. Parce que l'air agit contre le corps A auſſi fortement qu'il ſeroit néceſſaire pour ſoutenir un pareil volume d'air ſi ce corps A n'y étoit pas, & de même à l'égard du corps B. Or quand on pompe l'air qui environne ces poids, l'action de cet air contre ces deux poids eſt affoiblie également dans toute ſon étenduë. Le gros poids perd donc davantage de ce qui le ſupportoit, & le petit poids en perd moins. Ce gros poids devient donc plus péſant.

PLANCHE 5. Fig. 18.

La réſiſtance de l'air employée pour ſoutenir le gros poids, & la réſiſtance de l'air employée pour ſoutenir le petit poids ſe trouvent diminuées dans la même proportion des volumes des poids; c'eſt ce qui fait ceſſer l'équilibre. Car afin que l'équi-

(1) Expér. 4.

PLANCHE 5. *Fig.* 18.

libre pût continuer à être entre ces deux poids, il faudroit diminuer également ces deux forces de l'air employées à agir contre ces deux poids, puisque les pésanteurs des poids sont égales, & que les bras de la balance sont d'égale longueur : ce qui n'arrive point dans cette expérience, à cause de l'inégalité des volumes.

Deux poids de volumes inégaux étant en équilibre entre eux dans l'air grossier, cesseront d'être en équilibre si on les plonge dans l'eau. Parce qu'alors celui qui aura le plus gros volume, sera plus fortement soulevé que celui qui aura le plus petit volume ; au lieu que pour conserver cet équilibre, il faudroit que les forces qui agiroient contre chacun pour les soulever, fussent égales entr'elles. Les poids dont les volumes sont inégaux, & qui sont en équilibre dans l'eau, cessent d'être en équilibre, lorsqu'on les porte dans un fluide plus léger, par exemple, dans l'air. De même les poids de différens volumes qui sont en équilibre dans l'air grossier, perdent leur équilibre lorsqu'ils sont dans l'air subtil qui est plus léger.

Les

PLANCHE II.

Les corps pésans & les corps légers tombent également vîte dans l'air subtil. Fig. 16.

EXPE'RIENCE XLVIII.

PRE'PARATION.

Il faut avoir un récipient haut & étroit, percé en E, ou une longue bouteille dont le fond soit usé, ôté & applani. Il faut faire pour l'ouverture E un bouchon avec des cuirs huilés & cousus ensemble; percer ce bouchon & y passer un gros fil de fer A B qui en bouche le trou exactement; cimenter ce bouchon à l'ouverture E.

Le fil de fer A B est recourbé en A, & a son autre bout percé à travers en B.

C D est un fil de fer dont un bout est recourbé en anneau pour y attacher la petite plaque ou lame D, & encore courbé en C.

Il faut cimenter au haut du récipient le petit crochet G; la piéce A B étant placée au haut du récipient, placer en B dans le récipient la dent C, de maniere que l'extrémité I puisse être appuyée sur le crochet G.

PLANCHE II. *Fig.* 16.

Cette lame D I étant ainſi placée au haut du récipient, il faut y mettre un Louis d'or & une plume.

Effet.

Après avoir exactement pompé l'air du récipient ſi on tourne le fil F, la lame H quitte le crochet G & le Louis d'or & la plume tombent également vîte, & arrivent en même-temps ſur la platine de la machine pneugmatique.

EXPLICATION.

Il faut d'abord être averti que pour bien voir cet effet, en tournant la piéce E F, il faut regarder vers le bas du récipient pour y voir l'arrivée de ces deux corps en même-temps.

Je ſuppoſe ce récipient plus étroit que les autres, afin qu'il y ait moins d'air à pomper; & plus long, afin de mieux voir la chûte & l'accélération de ces deux corps.

Pour mettre ce qu'on veut placer dans le haut du récipient, on peut ſe ſervir de longues pincettes, ſi on n'y peut pas mettre la main.

Quand l'air groſſier eſt pompé, il

n'y a plus que de l'air ſubtil qui environne ces deux corps. L'un & l'autre pendant leur chûte ne trouvent aucun obſtacle ni aucune réſiſtance. Ainſi la cauſe de la péſanteur agiſſant librement & également ſur ces deux corps, leur mouvement & leur accélération pendant leur chûte, doivent être égaux. PLANCHE II. Fig. 16.

On prétend faire voir une expérience ſemblable à celle-ci par une autre voye. On met une plume dans chacun des deux gros tuyaux (1). Celui dont l'air n'eſt point pompé eſt fermé par les deux bouts. L'autre eſt d'abord fermé par un bout ; & en fermant l'autre bout on en pompe l'air. Tenant ces deux tuyaux l'un contre l'autre, on les renverſe, & il paroît que la plume qui eſt dans le tuyau vuide d'air groſſier, tombe plus vîte que celle de l'autre.

Mais cette expérience eſt toûjours ſuſpecte à ceux qui n'ont point vû la préparation. Car l'ouvrier quelquefois met une plume plus péſante dans

(1) D'environ 2 pieds de long.

PLANCHE II. le tuyau dont l'air eſt pompé afin que la chûte en ſoit plus prompte. Sans cette tricherie ces tuyaux ne ſont point aſſez longs pour que cette effet devienne fort ſenſible.

Fig. 16.

Le poids de l'air fait monter les corps fluides dans les ſeringues, dans les pompes aſpirantes, &c.

EXPE'RIENCE XLIX.

PLANCHE 5.

PRE'PARATION.

*Fig.*19. *Fig.*20. SF eſt une ſeringue dont le bout eſt dans la liqueur du vaiſſeau DE. RN eſt une autre ſeringue faite d'un tuyau de verre cimenté en L au col d'une bouteille, dont le fond a été uſé & ôté pour ſervir de récipient. Il faut mettre de l'eau ou du vif-argent dans le gobelet RG environ juſqu'aux trois quarts, poſer ce gobelet ſur la machine près le petit trou, plonger le bout R de la ſeringue dans la liqueur du gobelet RG, & appliquer exactement le récipient IL ſur le cuir mouillé qui eſt deſſus la platine.

Effets.

PLANCHE 5.

1. La seringue S F étant fixe, si le piston A B est élevé, l'eau du vaisseau D E monte dans cette seringue. *Fig.* 19.

2. Si on éleve de même le piston M, la liqueur du vaisseau R G monte aussi, quoique l'air qui est sous le récipient I L n'ait aucune communication avec l'extérieur. *Fig.* 20.

3. Si l'air du récipient I L est pompé exactement, ensuite le piston étant élevé, la liqueur du vaisseau R G ne monte point dans la seringue.

4. Enfin après avoir exactement pompé l'air du récipient, & après avoir élevé le piston en M, la liqueur demeurant dans le vaisseau R G, si on laisse rentrer l'air dans le récipient I L, le vif-argent, ou autre liqueur R monte dans la seringue & frappe le piston M.

EXPLICATION.

Quand on éleve le piston A B, on souleve la colomne d'air B F C, appuyée sur le piston, qui comprimoit l'autre air contenu dans le canal *Fig.* 19.

PLANCHE 5. S T. Alors l'air contenu dans ce tuyau S T, n'ayant plus la même charge qu'auparavant, se dilate, & la pression qui étoit à l'ouverture S, sur la liqueur du vaisseau D E diminuë & continuë à diminuer pendant qu'on éléve le piston A B. Le reste de la surface de la liqueur du gobelet D E étant également pressé par l'air extérieur, cette liqueur entre par la couverture S de la seringue & y monte, parce qu'elle y trouve moins de résistance que par-tout ailleurs. Si la séringue étoit assez longue, & si on continuoit à élever le piston, l'eau monteroit jusqu'à la hauteur de 31 ou 32 pieds, & y demeureroit soutenuë.

Fig. 19.

Fig. 20. Lorsqu'on a placé le récipient I L avec sa seringue sur la machine pneumatique, l'air qui y a été enfermé est tel que celui que nous respirons, c'est-à-dire, dans un même état de compression. Cet air ainsi comprimé presse à son tour, & agit par son ressort sur la surface de la liqueur du gobelet R G. Mais quand on éléve le piston P M, on éléve la colomne d'air qui presse sur ce piston.

En même temps la pression sur la liqueur R G devient moindre à l'ouverture R du tuyau R N. Alors cette liqueur entre par l'ouverture R, & est chassée dans la seringue par le ressort de l'air enfermé sous le récipient I L. PLANCHE 5. Fig. 20.

Quand on a pompé l'air enfermé dans ce récipient I L, la liqueur ne monte plus dans la seringue, quoiqu'on éléve le piston; parce que les ressorts du peu d'air qui reste encore dans ce récipient I L, étant devenus fort dilatés, n'ont pas assez de force pour agir sur la liqueur autant qu'il seroit nécessaire pour la faire monter.

Ce piston demeurant ainsi élevé, si on laisse rentrer l'air dans le récipient I L, il recomprime la surface de la liqueur, & l'oblige à monter rapidement dans cette seringue, parce qu'elle y trouve moins de résistance que par-tout ailleurs.

La seringue est de verre, afin qu'on voye au travers ce qui s'y passe. Il faut mettre par N un peu d'eau dans le tuyau M N, pour boucher exactement avec le piston M les passages de l'air extérieur. Je me serts du

PLANCHE 5. Fig. 20.

vif-argent, à cauſe qu'il eſt opaque, & qu'il eſt fort péſant, cette expérience en réuſſit mieux.

Il ne faut pas remplir de vif-argent le vaiſſeau R G, parce qu'en abaiſſant le piſton M, on en pourroit faire tomber ſur la machine & par le canal du robinet dans la pompe. Ce vif-argent s'attacheroit à l'étain de la pompe & la rendroit défectueuſe. Il faut que le bout R de la ſeringue ſoit plongé aſſez profondément dans la liqueur, & ajuſter le piſton M, de maniére qu'il ne ſoit pas néceſſaire d'une trop grande force pour le faire entrer par l'ouverture N, de peur de la briſer.

****

Le reſſort de l'air enfermé dans la poudre à canon contribue beaucoup à ſon effet.

EXPE'RIENCE L.

PRE'PARATION.

Il faut étendre un papier ſur le cuir de la machine pneumatique, deſſus ce papier y répandre un peu de poudre à canon; poſer par-deſſus le tout un

grand récipient & en pomper l'air exactement. PLANCHE 5.

Effets. Fig. 20.

1. Si on met un verre ardent entre le ſoleil & cette poudre à canon, pour la faire brûler, elle ſe fond, bouillonne & piroüette en ſe liant à quelques grains de la poudre voiſine qui brûlent, ou qui ſe trouvent enveloppés dans le même tourbillon ſans brûler le reſte.

2. Si on laiſſe rentrer l'air, même ſi on ôte le récipient de deſſus cette poudre, & ſi avec le verre ardent on en enflamme quelques grains vers une extrémité du papier, alors une partie de la poudre enflamme l'autre, & le tout brûle ſubitement.

EXPLICATION.

Pendant que le ſalpêtre & le ſoufre de cette poudre ſe fondent par la chaleur, le bouillonnement qui arrive à ſes grains, eſt une preuve qu'il y a beaucoup d'air enfermé dans chaque grain, & que ſon effet ordinaire vient, du moins en partie, du reſſort de ce même air qu'elle contient. Car le ver-

PLANCHE 5. *Fig.* 20.

re ardent faisant chauffer cette poudre, lorsqu'elle est prête à brûler, le ressort de l'air qui y est contenu, est si fortement augmenté par cette chaleur, qu'il rompt sa prison avant la combustion, & agit avec d'autant plus de facilité, que l'air qui environnoit cette poudre est pompé exactement. Parce qu'alors l'action de l'air qui environnoit cette poudre, qui la comprimoit par sa pésanteur & par son ressort, cesse après ce pompement.

L'air grossier étant nécessaire pour la conservation de la flamme, & étant pompé du récipient, quand quelque grain de poudre s'enflamme, il s'éteint si promptement qu'il n'enflamme point ses voisins.

1. Il faut préférer un grand récipient à un petit, & pomper l'air fort exactement. 2. Ne pas trop mettre de poudre sur le papier du récipient, en mettre moins que la quatriéme partie de la charge d'un pistolet. 3. Ne pas entasser la poudre, mais la dispercer sur ce papier. Car il m'est arrivé qu'ayant mis environ la moitié de la charge d'un pistolet sous un petit récipient sur la machine pneumatique, & après avoir pompé l'air autant exactement que je

pûs, le verre ardent ayant été exposé au soleil, la poudre ayant fumé à l'endroit échauffé, commença à piroüetter au tour d'un centre, & enfin s'enflamma toute, & en même tems brisa ce petit récipient en morceaux, qui furent écartés & jettés impétueusement de toutes parts. J'avertis de cela, car ces éclats pourroient blesser. PLANCHE 5. Fig. 20.

Effet de la pression de l'air grossier, pour élever l'eau dans l'air subtil.

EXPE'RIENCE LI.

PRE'PARATION.

D C est une bouteille. Le tuyau A B est ouvert en B, & vers A est une petite ouverture, ou plusieurs petites branches ouvertes. Ce tuyau A B est cimenté en C, par le moyen d'un ciment fait de poix-raisine, & d'un peu de cire & de térébentine fonduës & mêlées avec de la brique bien broyée. Ensuite il faut plonger le bout A C dans le vaisseau G H demi-plein d'eau sur la machine pneumatique sous un récipient moyen. PLANCHE 6. Fig. 6. Fig. 7.

PLANCHE 6.

Effets.

Fig. 7. 1. Ayant pompé de l'air du récipient, ſi on le laiſſe rentrer, l'eau du vaiſſeau G H monte dans cette bouteille C D juſqu'à la hauteur, par exemple, de E F.

Fig. 8. 2. Ayant mis cette bouteille dans la ſituation O N ſous le récipient ; à meſure qu'on pompe l'air du récipient, l'eau ſort de cette bouteille O P N par le haut M du tuyau, & forme un ou pluſieurs jets-d'eau.

EXPLICATION.

Fig. 7. Quand on pompe de l'air du récipient, l'air intérieur de la bouteille C D qui faiſoit équilibre contre l'air extérieur, ceſſe de faire le même équilibre ; parce que les reſſorts de l'air contenu dans ce récipient, s'affoibliſſant à meſure qu'on le pompe, preſſent moins fort ſur la ſurface de l'eau qui eſt dans le gobelet G H, & alors l'air intérieur de la bouteille ſe dilate, ſort par les petites ouvertures R, S, &c. du tuyau, & par ſa légereté perce l'eau du gobelet G H, s'éleve

& sort dans le récipient. Mais quand on laisse revenir l'air dans le récipient, cet air presse également la surface de l'eau du vaisseau G H, à la reserve de la place où sont posées les petites ouvertures R, S, &c. L'eau y monte, parce qu'elle y trouve moins de résistance, & continue jusqu'à ce que sa pésanteur, jointe à l'action du ressort de l'air qui y est encore resté, fasse équilibre contre l'action du ressort de l'air rentré dans le récipient. PLANCHE 6. Fig. 7.

Avant qu'on pompe l'air du récipient, l'air contenu dans cette bouteille fait équilibre contre l'air du récipient. Mais quand on pompe de l'air du récipient, les ressorts de l'air qui y reste, cessent d'agir avec la même force sur la surface de l'eau contenuë dans la bouteille à l'endroit du tuyau M S. L'air contenu dans le haut ON de cette bouteille, agit donc également & avec sa force ordinaire sur toute l'étenduë de la surface O P de l'eau, pendant que la petite surface S où est posée l'ouverture du tuyau est moins pressée; parce que la pression qui est en S vient de l'air du récipient affoibli par le pompement. Cette Fig. 8.

PLANCHE 6. eau monte par le canal S M, où il y a moins de réſiſtance.

Fig. 8.

REMARQUE.

PLANCHE 9. Outre le poids & le reſſort, il y a encore dans l'air plus ou moins d'humidité ; en voici des preuves.

Fig. 3. A B eſt un cercle de carton (1) diviſé en un nombre de parties égales, par exemple, en 24 ſoutenu & collé ſur deux autres cartons A C & B D (2) qui ſont auſſi collés ſur le cercle C D. Il y a encore deux autres cartons G H & I L poſés en travers & collés à leurs extrémités pour tenir droite la corde de boyau E H F. La corde E F paſſe librement dans trois trous, eſt collée en F & portée à ſon extrémité E, un morceau de carton pointu que j'appelle *indice*.

Cet inſtrument nommé *hygrométre*, fait connoître quand l'air eſt ſec, car alors la corde ſe tord davantage, & nous avertit du beau temps ; & quand la corde ſe détord, c'eſt une marque que l'air eſt humide ; ce qui eſt un

(1) De 3 pou. de dia. (2) De 3 pou. de haut.

ſigne de pluye. Il y en a qui ſont aſſez ſenſibles pour que l'indice ſe meuve un peu quand on reſpire contre la corde E F; parce que ce peu d'humidité la fait détordre. Si on la porte dans une cave, on y voit encore un pareil mouvement. Si on la porte dans une chambre proche le feu à un air plus ſec, on y voit un mouvement différent des précédens, parce que la corde ſe tord davantage; & plus la corde F E eſt longue, plus l'indice parcourt de chemin. Pour mieux juger dans différens jours des différences d'humidité ou de ſéchereſſe, il n'y a qu'à coucher une épingle ſous la pointe de l'indice, après cela on voit de quel côté l'indice tourne. Au lieu de la corde F E, on pourroit ſe ſervir des barbes qu'on trouve ſouvent torſes naturellement, & attachées à des grains d'avoine, longues & groſſes comme une épingle médiocre. PLANCHE 9. *Fig.* 3.

Ces hygrométres peuvent être faits en pluſieurs manieres; mais leur effet venant d'un reſſort, celui que je propoſe conſerve le ſien plus long-temps que beaucoup d'autres.

Une éponge dans une balance de-

PLANCHE 6. Fig. 3.

vient plus pésante qu'un contre-poids de plomb quand l'air est humide, & moins pésante quand il est sec.

Sans ces instrumens, il n'y a qu'à remarquer que quand l'air est humide, les parties d'eau qui y sont répanduës s'attachent à plusieurs corps, entrent dans les pores de quelques autres, les dilatent, & les font enfler. C'est ce qui fait que certaines portes se ferment plus difficilement pendant un temps humide; de même il y a des armoires, des boëtes, &c. qu'il est alors plus difficile de fermer ou d'ouvrir. Ce sont ces parties d'eau qui entrent dans les cordages, dans les barbes d'avoine torses, dans les cordes de boyaux, &c. qui les font détordre, ou qui les font raccourcir quand elles ne peuvent se détordre. Mais quand l'air est moins humide, les parties d'eau qui étoient entrées dans ces corps, se dissipent, & le ressort de ces corps les remet dans l'état où ils étoient avant qu'ils fussent humectés.

RE'FLEXIONS.

Toutes ces expériences de l'air que nous respirons, nous en font connoître

tre évidemment les deux grandes puiſſances, inconnuës à toute l'antiquité, qui font un effort & un équilibre continuel dans nous & autour de nous; ouvrage évident de la ſageſſe d'un Etre infiniment puiſſant, qui les empêche de nous écraſer à chaque inſtant, qui empêche de périr tout ce qu'il y a de vivant, & qui employe plûtôt ces Agens formidables à notre conſervation & à la production de tout ce qui fait changer à tout moment la face de la terre. En contemplant comment ces petites quantités d'air que nous avons intérieurement, peuvent réſiſter à la force épouventable de la maſſe entiére de ce fluide, on ne peut s'empêcher de reconnoître la bonté infinie du Créateur qui nous conſerve au milieu de ces forces terribles qui nous aſſiégent pendant toute notre vie, & dont nous ne pourrions prévenir les effets ſans un ſecours viſible de cette providence toute-puiſſante.

PLANCHE 6. Fig. 3.

PLANCHE 10.

Fig. 10.

EXPE'RIENCES

Sur le bruit & ſur les ſons.

Le ſon eſt un ébranlement ſubit de l'air groſſier qui environne le corps ſonnant.

EXPE'RIENCE LII.

PRE'PARATION.

Il faut cimenter une petite clochette au fond d'un récipient.

Effets.

1. Avant que de poſer le récipient ſur la machine pneumatique, il faut obſerver le ſon de cette clochette; enſuite après y avoir poſé le récipient, en le tenant avec la main, il faut agiter la machine pour faire ſonner la clochette: alors le ſon paroît beaucoup diminué.

2. Il faut obſerver ce ſon quand on a pompé l'air du récipient autant exa-

ctement qu'on a pû, & on le trouve encore considérablement diminué. PLANCHE 10.

Fig. 10.

EXPLICATION.

Puisqu'on cesse d'entendre le son ou toute sorte de bruit à mesure que le mouvement de l'air grossier est interrompu, ou qu'il cesse de toucher le corps sonnant ou faisant bruit : nous pouvons croire que ces impressions nous viennent de l'air. L'ébranlement ou le trémoussement de l'air excité par ces corps, est communiqué successivement aux parties d'air voisin, continué jusqu'au tambour de l'oreille, & nous devient sensible par l'agitation & par l'impression qu'il y fait. Plus on est proche du corps sonnant, plus cette impression est forte. C'est pour cela qu'on entend mieux de près. Plus on s'en éloigne, l'agitation de l'air se répand en tant de parties, & se communique à tant de corps, qu'à la fin le son nous devient insensible.

Cette clochette étant enfermée sous un récipient de la machine pneumatique, une grande partie du mouve-

PLANCHE 10. *Fig.* 10.

ment de l'air enfermé dans ce récipient ſe communique au récipient même. De ſorte que l'air extérieur ne reçoit que l'ébranlement qui lui eſt communiqué par celui du récipient, & alors le ſon diminue beaucoup. Mais lorſqu'on a beaucoup pompé de l'air contenu dans le récipient, le ſon diminue encore conſidérablement. Parce que l'action du reſſort du peu d'air qui reſte dans le récipient étant fort diminuée, ne peut pas communiquer tant de mouvement au récipient & à l'air du dehors.

On peut faire cette expérience beaucoup mieux avec une montre à réveil, miſe ſous un petit récipient, dont l'air eſt pompé plus promptement que d'un plus grand; il faut commencer à faire ſonner le réveil quand on commence à pomper l'air. Ordinairement ces réveils ſonnent aſſez long-temps pour qu'on ceſſe d'entendre le ſon, l'air étant pompé, & qu'on recommence à l'entendre après avoir laiſſé rentrer l'air. Pour obſerver cela plus exactement, on peut mettre cette montre ſur du coton ou ſur de la laine ſous le récipient, afin que pendant le ſon elle

ne communique aucun ébranlement à la machine pneumatique. PLANCHE 10. *Fig.* 10.

Moins l'ébranlement de l'air est répandu en rond autour de sa cause, plus le bruit devient sensible à une plus grande distance.

EXPE'RIENCE LIII.

PRE'PARATION.

A B est un long tuyau s'élargissant peu à peu vers B, de deux ou trois piéces qu'on emboëte l'une dans l'autre comme en C, &c. semblable à un grand entonnoir (1). En A est mise une entrée propre à recevoir la bouche de celui qui veut y parler. Cet instrument est construit de fer-blanc : S'il étoit de cuivre, sa figure seroit moins raboteuse. *Fig.* 11.

Effets.

Si on applique la bouche en A,

(1) En A le dia. est d'un pou. & demi; en B le dia. est de 21 pou. & la long. de A en B est de 8 pieds 2 pou.

PLANCHE 10. *Fig.* 11.

& ſi on y parle, le ſon de la voix qui ſort par B paroît beaucoup plus fort; de ſorte qu'une perſonne qui parlera fortement en A, pourra ſe faire entendre à près d'une lieuë de diſtance, principalement ſi c'eſt ſur un lieu un peu élevé.

EXPLICATION.

Quand nous parlons, l'ébranlement que nous faiſons à l'air qui nous environne, ſe répand & ſe communique en rond à un grand nombre de parties d'air. Mais par cet inſtrument A B nous raſſemblons l'impreſſion de notre voix, & nous la donnons à une moindre quantité d'air; cette moindre quantité d'air eſt ébranlée plus fortement, & rend le ſon plus ſenſible. La courbure qui a été faite en élargiſſant l'extrémité B, peut encore contribuer à porter plus loin le ſon de la voix, & à le rendre plus fort.

Cet inſtrument eſt appellé un *porte-voix* & peut être utile pour parler à des perſonnes éloignées, par exemple, ſur mer lorſque des vaiſſeaux ſe trouvent diſperſés pendant une tempête

parmi des brouillards épais qui empêchent de s'entre-appercevoir d'un navire à l'autre; dans une ville assiégée, &c. PLANCHE 10. *Fig.* 11.

Si on avance le bras dans l'ouverture B, pendant qu'un autre parle à l'ouverture A, on appercevra un tremblement à ce porte-voix & à l'air, qui confirmera encore que le son consiste dans un mouvement d'ondulation des parties de l'air, prompt & subit. Ce trémoussement est fort remarquable si on met la main sur une grosse cloche pendant le son.

J'ai fait faire un tuyau retréci en C (1). J'ai mis son extrémité D dans l'ouverture A [*fig.* 11.] Ensuite ayant appliqué l'oreille en C, on entend beaucoup de bruits qu'on n'entendoit point auparavant, & même les sons qu'on entendoit peu, deviennent par ce moyen beaucoup plus sensibles. Cela pourra être perfectionné pour entendre de plus loin, en tâchant d'imiter l'usage de la structure de l'oreille, de même qu'on a imité l'usage des humeurs de l'œil pour voir les objets que nous ne pourrions apper- *Fig.* 12.

(1) Réduit à 2 lig. de dia.

PLANCHE 10. cevoir ſans lunettes d'approche, co ſans microſcopes.

Fig. 13. Au bout A d'un tuyau de fer-blan (1), j'ai mis l'entrée de l'extrémité A de la figure 11. pour recevoir la bou che de celui qui parle. A l'autre bou en B j'ai mis C D [*fig.* 12.] Ayan approché l'oreille à la petite ouver ture B, ſi quelqu'un parle en A d'un voix ordinaire, cette voix ſera entend duë en B beaucoup plus forte, & ſi co parle en A d'une voix très-baſſe, co l'entendra en B, pendant que ceux qu ſeront au milieu de A B n'entendron rien. L'air enfermé dans le tuyau A B étant ébranlé par la voix, communi que ſon mouvement à l'oreille appli quée en B, & non à l'air extérieur l'oreille appliquée en B reçoit donc une impreſſion plus forte de la voi articulée en A, que s'il étoit mêm en A.

Il y a un effet du ſon, digne d'a tention ſous des voutes, faites e forme d'éllipſe ou d'ovale. En voi ci un exemple.

Fig. 14. A Paris, dans l'enclos de l'Obſer

(1) De 5 ou 6 pieds de long. & d'un pou ou d'un pou. & un quart de dia.

vatoi

vatoire du Faubourg S. Jacques, devant le bâtiment, vers le midi il y a une petite salle quarrée ou lieu soûterrain dont les diagonales A B & C D de l'aire ont chacune environ 14 pieds. La voute en est en forme d'ellipse, mais de telle maniere qu'il y a deux canelures elliptiques F K E & H K B qui se croisent. PLANCHE 10. Fig. 14.

Si une personne se place au point G, & s'il parle fort bas, une autre personne l'entend au point H, comme si la personne qui est en G & qui parle, étoit placée aux pointes T, X, &c. Et si une troisiéme personne est placée au milieu, vers I, elle n'entendra rien, pendant que les deux autres parleront fort bas l'un à l'autre & s'entendront. La même chose arrive dans les points E & F. Dans une tour occidentale de cet Observatoire, à gauche en entrant par la porte meridionale, on trouve une salle au rez de chaussée dont la voute est ronde, & où des effets semblables aux précédens sont remarquables; on s'y entend parler des coins opposés. Dans d'autres bâtimens principalement où ces voutes sont moins hautes, mais souvent plus grandes, il suffit dans ces angles op-

PLANCHE 10.

posés pour se faire entendre, d'articuler sans produire presque aucun son.

Fig. 14. *Fig.* 15.

Il y en a qui attribuent ces effets aux canelures seules sans avoir égard à la figure d'éllipse. Cependant l'expérience semble nous apprendre qu'on peut comparer les réflexions des parties d'air ébranlées, aux réflexions des rayons de lumiere. Si la figure N O P R étoit une surface courbe elliptique, polie au-dedans & capable de réfléchir beaucoup de lumiére; & si on appliquoit dans un des foyers, par exemple en L, une chandelle allumée, tous les rayons de lumiére qui partiroient de ce corps lumineux posé en L, seroient réfléchis par la surface N O P R, & se rassembleroient dans le point M. C'est une propriété de l'ellipse, dont les Mathématiques nous apprennent la démonstration. Les rayons qui partent du foyer L, par exemple, & qui tombent sur la surface N P R sont tous réfléchis & se rassemblent dans l'autre foyer M. Parce que ces rayons faisant toûjours l'angle de réflexions égal à l'angle d'incidence, la courbure N O P R les fait rassembler en M. L'égalité de ces

angles peut être mesurée après avoir mené des touchantes par les points N, O, P, R, &c. Hors ces foyers, les autres points se trouveroient obscurs, ou très-peu lumineux. PLANCHE 10. Fig. 15.

Les foyers de l'ellipse G K H, par exemple, sont dans les points G & H où des personnes parlent l'une à l'autre. Tous les rayons sonores qui partent du point G, qui est un foyer de cette ellipse, se rassemblent donc de même que des rayons de lumiére, & se réuniſſent dans le point H, de sorte que les impressions qui viennent par réflexion à l'oreille posée en H en sont apperçuës comme si elles venoient des points T, X, &c. Parce que nous croyons ordinairement que les impressions faites sur les organes de nos sens, sont venuës vers nous suivant la ligne droite depuis les objets qui les ont causées. L'oreille qui est posée en I ne reçoit point de telles impressions. Fig. 14.

Il y a des lieux où l'air ébranlé excitant un son, rencontre des corps placés de telle sorte, que cet air étant réfléchi, revient frapper l'oüie & y produit de nouveau le même son

PLANCHE 7. qu'auparavant, & c'eſt ce qu'on appelle un *écho*.

Fig. 10. Il y a beaucoup de lieux propres à former des échos, l'expérience les fait connoître facilement. J'en ai remarqué un proche la ville de Vire, en baſſe Normandie, où huit lettres de l'alphabeth prononcées de ſuite ſont répétées très-diſtinctement, & preſque avec la même force, pourvû qu'on ſoit placé à une certaine diſtance qui eſt d'environ 200 pas. C'eſt ſur un terrain appellé les Monts, plus élevé en A qu'en B. En F eſt une chapelle; il n'y a qu'à ſe placer toûjours dans la ligne à peu près perpendiculaire à la muraille F, prononcer en C ces paroles *répéte ces mots*, ou bien, *repete verba*. Ces 5 ſyllabes ſont répétées exactement. Pourvû qu'on prononce promptement, hautement & diſtinctement ces 8 lettres de l'alphabeth A B C D E F G H, elles ſont toutes répétées. Si on prononce la même choſe en D, on n'entend que les trois ou quatre derniéres; & ſi c'eſt en E, rien n'eſt répété.

L'ébranlement qu'on communique à l'air en parlant en C, continuë ſuivant la ligne droite C F, & en ren-

contrant un obſtacle en F, il s'y fait une réfléxion. Et alors ce mouvement d'air réfléchi, continuë encore ſuivant la ligne droite F G, & étant parvenu à l'oreille placée en G, y fait encore la même impreſſion ou le même bruit qu'en partant du point C. PLANCHE 7. Fig. 10.

Mais parce qu'il faut employer quelque temps pour aller de C en F, & pour revenir de F en G, c'eſt pendant ce temps-là qu'on peut prononcer pluſieurs ſyllabes, avant que l'impreſſion de la premiere qui eſt partie de C pour aller en F revienne de F en G.

Quand on eſt placé en D, un moindre nombre de ſyllabes eſt répété diſtinctement; parce que leur impreſſion eſt trop-tôt revenuë, à cauſe de la moindre diſtance. Et étant en E cet ébranlement d'air revient preſqu'auſſi-tôt qu'on a parlé, & on n'y entend aucun écho.

S'il y a du vent pendant qu'on fait ces obſervations, on n'entend preſque point d'écho, à cauſe du mouvement interrompu.

Le reſſort de l'air qui eſt un corps molaſſe eſt cauſe de cette ſucceſſion de

PLANCHE 7. mouvement, quoique ſes parties ſoient contiguës.

Fig. 10. Si on parle plus loin de la muraille F, par exemple en H, l'écho répéte ſeulement les derniéres ſyllabes, plus foiblement & en plus petit nombre; parce que ce mouvement d'air en parcourant un plus grand eſpace, s'affoiblit en ſe communiquant aux inégalités du terrain & en ſe diſperſant de toutes parts; de maniére qu'il n'y a que les derniers ébranlemens d'air qui ſubſiſtent à cauſe de l'air déja ému par les premieres paroles, qui porte plus facilement le mouvement des derniéres.

Fig. 11. Il y a d'autres échos où le même bruit eſt répété pluſieurs fois; parce que l'impreſſion d'un ſon excitée en A, par exemple, eſt réfléchie vers C par les objets B, D, E, &c. dans des temps différens à cauſe des diſtances différentes. Ce ſon eſt d'abord réfléchi par B qui eſt plus proche, enſuite par D, par E, &c. Souvent on entend pluſieurs fois retentir dans les vallées un coup de fuſil tiré d'un lieu élevé. Un coup de fuſil tiré du haut d'une montagne y fait aſſez peu de bruit; pendant que le même en fait un conſidérable dans

les vallées voiſines. Parce que ſur cette montagne il n'y a ordinairement aucunes maiſons ni autre obſtacle qui puiſſent réfléchir l'air ſi promptement qu'ailleurs. PLANCHE 7. *Fig.* 11.

On trouve aſſez ſouvent de cette derniére ſorte d'échos dans les bois de haute futaye, à cauſe des arbres qui réfléchiſſent le ſon. On a même remarqué qu'un ſeul chien abboyant proche un de ces bois, faiſoit autant de bruit que pluſieurs en auroient fait ailleurs.

Si le mouvement des parties du corps ſonnant, n'eſt libre, le ſon ceſſe.

EXPE'RIENCE LIV.

PRE'PARATION.

Il faut plonger dans du vif-argent une piéce ou un morceau d'argent plat & mince, dont le ſon ſoit bien ſenſible, enſuite avec de ce vif-argent frotter un peu ſa ſurface, juſqu'à ce qu'elle en ſoit couverte.

Effets.

1. Il s'attache du vif-argent à la ſur-

PLANCHE 7. face de cette piéce, & le ſon en paroît preſqu'entiérement perdu.

Fig. 11. 2. Si on fait chauffer cette piéce d'argent parmi des charbons ardens, étant réfroïdie, le ſon s'y trouve rétabli tel qu'il étoit auparavant.

EXPLICATION.

Cette expérience que je crois avoir découverte, paroît confirmer mon explication du reſſort qui ſemble être un déplacement des parties du corps, & être leur retour cauſé par la péſanteur de l'air (1). Car puiſque le ſon ne conſiſte que dans un mouvement & dans un trémouſſement du reſſort qu'on apperçoit dans le corps ſonnant qui cauſe des ondulations d'air, qui excitent le ſon, il eſt évident que du vif-argent s'étant attaché à l'ouverture des pores de l'argent, & y étant preſſé par le poids de l'air qui l'environne, lorſque les parties ſe déplacent pour faire reſſort; alors les parties du vif-argent preſſées par le poids de cet air, font l'effet d'autant de petits coins qui s'oppoſent au retour des parties de l'ar-

(1) Pages 160 & 161.

gent dans leur ancienne place. De sorte que ces parties du vif-argent peuvent s'insinuer si avant, que les parties de l'argent étant presqu'entierement déplacées, ce métal qui étoit auparavant pliable, dur, & avec ressort, deviendra cassant. PLANCHE. 7. Fig. 11.

Quand on met au feu cette piéce d'argent, le vif-argent qui s'y étoit attaché, s'en sépare, se dissipe en fumée, & aussi-tôt les pores de l'argent se trouvent ouverts comme auparavant, les parties de la piéce d'argent se remettent librement dans leur place, & par ce moyen le ressort & ensuite le son se trouvent rétablis.

Le vif-argent s'attache facilement au plomb, à l'étaim, à l'argent & à l'or.

Plusieurs métaux mêlés & fondus ensemble, forment une masse plus cassante que chaque métal séparé, principalement quand il y a de l'étaim. mais aussi le son de ce mélange est plus aigu & plus éclatant. Parce que leurs parties, déja à demi déplacées, ont plus de facilité à se mouvoir, & à faire le ressort nécessaire pour exciter le son. Le plomb, par exemple, est un des métaux qui rend le moins de son, il

PLANCHE 7. Fig. 11.

devient ſonnant après ce mélange. Il faut prendre poids égaux de ſalpêtre, de verd de gris, de tartre & d'antimoine, les mettre en poudre ſéparément, & enſuite les mêler; faire fondre dans un creuſet quatre fois autant de plomb, que le poids total de ces quatre drogues; enfin, jetter peu à peu dans le creuſet toute cette poudre, en le recouvrant à chaque fois, laiſſer le tout encore un peu de temps ſur un bon feu, & le renverſer dans ce qu'on jugera à propos. On trouvera ce plomb beaucoup plus dur, & qui ſera rendu ſonnant, & un peu plus caſſant, à peu près ſemblable à la matiére des caracteres des Imprimeurs, qui ſont endurcis par le mélange d'un peu de régule d'antimoine, afin qu'ils réſiſtent plus long-temps à l'impreſſion.

Il eſt facile d'obſerver que l'impreſſion du ſon qui nous vient de loin eſt plus tardive que celle de la lumiere. Cela eſt remarquable pendant la nuit, en voyant partir un coup de canon fort éloigné; ou pendant le jour, en voyant de loin donner des coups de hache dont un charpentier frappe ſa piéce de bois. Cela nous

fait juger de la proximité ou de l'éloignement des orages. Quand le bruit du tonnerre n'eſt entendu que long-temps après avoir vû l'éclair, le danger eſt moindre, parce qu'il eſt plus loin que quand ce bruit ſuit de près l'éclair. PLANCHE 7. *Fig.* 11.

Les vents favoriſent auſſi l'impreſſion des ſons qui nous viennent de loin, ou y ſont contraires, ou même la retardent; parce que les directions des mouvemens de l'air qui cauſent les ſons, deviennent les mêmes que celles des vents qui emportent ces ſons.

On a remarqué que ſi une clochette eſt fixée & enfermée dans un vaſe, & que ſi dans ce vaſe on a fortement comprimé l'air, la clochette étant agitée avec le vaſe, donne un ſon plus fort, & que ce ſon étoit diminué quand on en avoit laiſſé échapper cet air comprimé.

Le métal des cloches, des canons, des timbres de pendules, &c. eſt du cuivre mêlé avec de l'étain, ou avec du régule d'antimoine, ou du régule d'arſenic, &c. Ces régules ſont des matiéres métalliques, qui donnent au cuivre une couleur qui approche du

PLANCHE 7. blanc, & qui en rendent le ſon beaucoup plus fort (1).

Fig. 11. La beauté & la différence des ſons des cloches, viennent de la préparation de leur matiére, de la proportion de leur épaiſſeur par rapport à leur grandeur, & de la proportion qui eſt entre leur hauteur & leur largeur. Ces proportions ont été trouvées par expérience: c'eſt ce qu'on tâche d'obſerver aux endroits où il y a pluſieurs cloches, afin d'en faire différencier les ſons, & d'y former une eſpéce d'harmonie.

Les ſons deviennent triſtes ou réjoüiſſans, ſelon qu'on ſçait en faire uſage. L'expérience nous apprend qu'ils excitent encore d'autres paſſions dans l'ame, ſouvent malgré la réſiſtance que nous y apportons. Les bruits des tonnerres, celui des coups de canon, &c. nous cauſent des émotions dont nous ne ſommes point les maîtres. Les bruits violens, impétueux, imprévûs, font ſouvent treſſaillir les plus intrépides.

(1) Agricola de re metallicâ; & Barchuzen.

Fig. 16.

EXPE'RIENCES SUR L'AIMANT.

LEs pierres d'Aimant ſont des matiéres métalliques trouvées parmi les mines de fer.

Il y a des mines de fer en Saxe, dont on nous aſſûre que la plus grande partie ſont des pierres d'Aimant. Il y en a en beaucoup d'autres endroits de la terre. On prétend même qu'il n'y a aucuns païs où il n'y ait quelque eſpéce d'Aimant (1). On m'a dit qu'en France il y a une groſſe forge près un Bourg nommé Goujonnat, qui eſt à une demi-lieuë de Ville-Franche, en Périgord; que parmi la mine de fer qu'on y a trouvé il y a beaucoup de pierres d'Aimant, & qu'on en trouve auſſi parmi la mine d'une autre groſſe forge qui eſt proche de Périgueux. Ainſi il paroît que la pierre d'Aimant n'eſt qu'une eſpéce

(1) Gilbertus de Magnete, lib. 1. cap. 2.

PLANCHE 10. Fig. 16.

de mine de fer ; & qu'il y a beaucoup de miniéres de fer où on trouveroit des pierres d'aimant si on y faisoit attention.

Les anciens connoissoient l'Aimant ; mais ils n'en connoissoient point la direction. Dans leurs navigations ils ne s'éloignoient que peu des côtes maritimes. Mais aujourd'hui l'aiguille aimantée nous conduit en pleine mer par-tout où nous voulons aborder. Les Villes, les Républiques, les Royaumes, les Empires joüissent agréablement des commodités surprenantes & des richesses immenses que le commerce par mer leur fournit abondamment à la faveur de la direction de l'Aimant ; avantages très-grands dont les Anciens étoient privés, faute d'avoir fait une expérience de plus qui leur mettoit en main l'aiguille aimantée & le tréfor ineſtimable de la navigation de long cours. L'exemple de cette découverte que les Anciens auroient peut-être regardée comme inutile ou impossible, nous apprend qu'il ne faut pas déſespérer de découvrir, & de trouver, à la vérité, souvent avec un travail opiniâtre, ce qui paroît fort éloigné de nos connoissances.

L'examen des propriétés de cette pierre est une recherche des plus importantes de la Physique, si nous considérons ce que nous y connoissons d'utile. Mais nous trouverons un avantage bien plus considérable dans les observations de ses effets, si elles nous conduisent dans des réflexions prudentes, graves & sublimes sur les merveilles sans bornes des ouvrages de Dieu, & sur sa toute-puissance qui agit par des voyes qui nous sont invisibles, inconnuës, qui surpassent infiniment la portée de notre esprit, & qui nous laissent seulement entrevoir par nos recherches & par notre industrie, les choses cachées qui peuvent nous être avantageuses. PLANCHE 10. Fig. 16.

La pierre d'Aimant a trois principales propriétés; sçavoir, sa direction, son attraction, & sa communication. On y ajoute encore sa déclinaison & son inclinaison.

PLANCHE 10.

Fig. 16.

EXPE'RIENCES

Sur la Direction de l'Aimant.

Il y a une matière subtile & dans un mouvement continuel autour des pierres d'aimant.

EXPE'RIENCE LV.

PRE'PARATION.

FEH est une boëte de fer-blanc, contenant de la limaille de fer qu'on trouve chez les Serruriers, ou chez les Epingliers. L'ouverture FE est percée d'un grand nombre de petits trous. La pierre d'Aimant BM étant placée sur le carton CD, il faut secouer la boëte HEG & répandre de la limaille de fer ou d'acier sur le carton CD, & sur la pierre.

Effet.

1. Cette limaille s'arrange en forme d'une

d'une multitude d'arcs de cercles MN, BA, &c. de différentes grandeurs. PLANCHE 10. *Fig.* 16.

2. Deux parties principalement B & M de la pierre, ſont couvertes de limaille dreſſée & ſoutenuë ſur un de ſes bouts; & entre B & M, vers le milieu, la limaille eſt couchée.

EXPLICATION.

Quoique les pierres d'Aimant nous préſentent ſouvent des effets dont il nous faut deviner les cauſes, ſans que nos conjectures approchent beaucoup de la démonſtration, nous trouvons cependant dans les obſervations de l'expérience préſente une vérité conſtante & autant évidente que la Phyſique eſt capable d'en fournir; c'eſt qu'elle nous apprend l'exiſtence d'une matiére que nous ne voyons point, & qui ne nous devient ſenſible que par ſes effets. Ne connoiſſant point encore ce que c'eſt que cette matiére, nous voyons ſeulement, mais d'une maniére à n'en pas douter, qu'elle n'eſt ni aimant, ni fer, qu'elle entre par un bout de la pierre, par exemple B, & qu'elle coule au travers cette pierre,

PLANCHE 10. pour ſortir par un autre bout oppoſé M. Cette matiére retourne de M par N, & encore de M par A, pour rentrer par B & être mûë ainſi continuellement. Je l'appellerai *matiére magnétique*. Elle entre dans les petites parties de limaille de fer qu'elle rencontre dans ſon chemin. Ces parties de limaille de fer ou d'acier étant ordinairement un peu longues, elle les parcourt plûtôt ſuivant leur longueur, que ſuivant leur largeur. Parce que cette matiére coulant plus facilement dans le fer que dans l'air, trouve dans la longueur du fer la liberté de ſon mouvement plus étenduë; & dans cette étenduë plus d'accélération que ſuivant la largeur de ce même fer. Ce mouvement eſt plus facile dans le fer que dans l'air. Car à cauſe de la fluidité de l'air les chemins de la matiére magnétique ſont interrompus à chaque inſtant; au contraire dans le fer, l'acier & l'aimant, ces conduits ſont toujours les mêmes. Alors cette matiére magnétique agiſſant ſur la limaille par un mouvement circulaire & rapide, la diſpoſe & l'arrange ſuivant la détermination de ſon cours. C'eſt pour cela que les parties B & M de la pierre

Fig. 16.

en ſont hériſſées, & que ſur l'eſpace qui eſt au milieu, entre B & M, cette limaille eſt couchée & comme collée. PLANCHE 10. Fig. 16.

Un aimant d'une force médiocre réuſſit mieux qu'un plus fort à faire voir le cours de la matiére magnétique autour de l'aimant, par le moyen de la limaille de fer répanduë ſur un carton. Car il s'approche trop de cette limaille vers les aimans bien forts, & il reſte trop d'eſpaces vuides ſur le carton.

Pour aider à la matiére magnétique à ſurmonter le frottement de la limaille de fer, il faut frapper le carton légerement, auſſi-tôt les traces de cette matiére ſubtile paroiſſent beaucoup mieux par l'arrangement de la limaille.

Les parties B & M de la pierre d'aimant les plus couvertes, & comme hériſſées de limaille de fer, dont chaque petit morceau eſt appuyé ſur un de ſes bouts ſont appellées les *poles* de la pierre d'aimant; & le plan qu'on s'imagine paſſer au travers la pierre & terminé par une ligne décrite autour de cette pierre à égales diſtances des deux poles, eſt appellé *l'Equateur* de la pierre. La ligne qu'on conſidére

PLANCHE 10. *Fig. 16.*

menée par le milieu d'un pole à l'autre, & qui eſt perpendiculaire à l'Equateur, eſt appellée *l'Axe* de la pierre. Les plans qui paſſent par les poles, & qui ſont perpendiculaires à l'Equateur, ſont appellés les *Méridiens* de la pierre. Ces noms qui ſont en uſage pour la terre, ſont auſſi employés pour l'aimant, à cauſe qu'on conſidére l'aimant comme une petite terre.

PLANCHE 11. *Fig. 5.*

Dans les deux aimans H L leurs poles Boréaux étant proches l'un de l'autre, poſés ſur un carton, & de la limaille de fer y étant répanduë, il ne paroît que deux poles & un tourbillon de matiére magnétique. Mais quand un pole Auſtral & un Boréal ſont poſés l'un proche l'autre, la limaille de fer fait paroître 4. poles comme dans les deux aimans I K. Car une partie de la matiére magnétique du pole Auſtral d'un aimant retourne vers le pole Boréal du même aimant à la maniére ordinaire; mais l'autre partie ſortant de ce pole Auſtral entre dans le pole Boréal de l'aimant voiſin. On peut remarquer la même choſe dans deux petites lames d'acier aimantées miſes de même l'une près de l'autre.

La matiére magnétique a ſon mou-

vement plus fort vers les poles qu'ailleurs, quoiqu'il n'y ait presque point d'endroits dans la partie Boréale depuis l'Equateur où il n'y en entre ou d'où il n'en sorte, & de même dans la partie Australe. Ce qu'il est facile de remarquer par les arcs des cercles toûjours de plus petits en plus petits, marqués par la limaille répanduë sur le carton, & qui paroissent de part & d'autre depuis les poles jusqu'à l'Equateur. PLANCHE II. Fig. 5.

L'aimant, quoique fort dur, est plus léger qu'un pareil volume de fer.

On peut chercher des pierres d'aimant dans les miniéres, & en connoître les poles; il n'y a qu'à répandre de la limaille de fer ou d'acier sur chaque pierre, ou même approcher à cette limaille differens côtés de ces pierres pour voir si elle s'y attache; & celles qui s'en couvriront & s'en chargeront le plus, seront les meilleures & les plus fortes. Parce qu'alors la matiére magnétique y est plus abondante, & coule par un plus grand nombre de passages.

Considérant qu'il entre de la matiére magnétique par les deux différens poles de la terre & des pierres d'ai-

PLANCHE II. Fig. 5.

mant pour sortir par leurs opposés ; l'explication de ses effets a paru embarrassée & difficile. La figure même des petites parties de matiére magnétique formée comme des vis, n'a point paru assez simple. En les considérant passer en se tordant par l'ouverture que 3 boules du second élément qui se touchent, laissent, pour se former en vis à trois canelures, suivant M. Descartes, le quatriéme & cinquiéme étant devant & derriere ces trois premiéres, ont semblé devoir interrompre cette formation ; la formation même des écrous étoit une autre difficulté. La rapidité incroyable de la matiére magnétique est contraire à la lenteur de nos vis & de nos écrous ordinaires. Il falloit encore à ces parties de matiere magnétique un mouvement direct, & en même temps circulaire, ou plûtôt spiral, &c.

Il a donc paru plus de subtilité que de vérité, à tirer ces suppositions d'un systême général du monde fondé sur des fictions, il est plus vrai-semblable qu'il n'y a qu'un pole d'entrée & un pole de sortie, sans encore déterminer par lequel des deux cette matiére entre, conjecturant seulement que c'est

par le pole Boréal. Il y en a qui ont condéfiré chaque partie de la matiére magnétique comme ſemblabe à une épic de bled ayant la figure C. D'autres veulent que ce ſoient de petites boules. De plus ils conſiderent les paſſages du fer ou de l'acier comme ayant la forme du canal A B dont la ſurface intérieure eſt parſemée de petits filets de fer attachés ſeulement par un bout; ſemblable à des petits poils, pliables & ſans reſſort. Une de ces petites parties de matiére magnétique étant pouſſée par d'autres, paſſe bruſquement par ce canal, couche ou incline ces filets, enſuite les autres petites parties de matiére magnétique paſſent plus librement par ce même canal, ſans pouvoir rétrograder; parce que les bouts des filets inclinés s'y oppoſent. Avec ces 4 ou 5 ſuppoſitions on a prétendu découvrir les cauſes & le méchaniſme des effets de l'aimant, qui ſont cependant des ſuites du mouvement & de l'arrangement général des parties de l'Univers. *Fig. 1.*

PLANCHE 10.

Fig. 17.

Une matiére ſemblable à celle qui eſt toûjours en mouvement autour des pierres d'aimant, coule continuellement autour de la terre, d'un pole à l'autre.

EXPE'RIENCE LVI.

PRE'PARATION.

Il faut ſoûtenir une pierre d'aimant par un fil attaché à ſon Equateur, ou mettre l'axe de cette pierre parallele à l'horiſon, & la poſer en cet état ſur un morceau de liége flotant librement ſur l'eau, ou ſur le fond d'une petite écuelle C renverſée ſur l'eau A B.

PLANCHE 9.

Fig. 5.

Effets.

PLANCHE 10.

Fig. 17.

1. Cette pierre préſente toûjours une même extrémité vers le Septentrion, & l'autre vers le Midi; & ſi elle eſt déplacée de cette ſituation, elle y retourne toûjours quand elle eſt libre. Cette propriété eſt appellée *Direction.*

Fig. 18.

2. La même choſe arrive à des aiguilles d'acier aimantées, poſées librement ſur des pivots.

EXPLI-

PLANCHE 10.

EXPLICATION.

Fig. 18.

Pour expliquer la direction de l'aimant, & quelques autres de ſes propriétés il faut conſidérer que la terre eſt un grand aimant. Alors la matiére magnétique entre par un des poles de cette terre, & elle ſort par un autre pole en décrivant une ligne courbe, pour aller rentrer par le même pole par où elle étoit déja entrée, parce qu'elle ne peut rentrer par le même pole d'où elle eſt ſortie; car la configuration de ſes pores ou ouvertures y eſt contraire, & elle eſt ſuivie de ſemblable matiére qui en remplit les paſſages, cette matiére étant mûë ainſi continuellement entre dans les corps qu'elle trouve dans ſon chemin, qui ſont propres à la recevoir. Les pores des pierres d'aimans, & ceux du fer & de l'acier ſont plus proportionnés à la nature & à la figure des petites parties de la matiére magnétique, que les pores des autres corps. Une partie de cette matiére magnétique, en circulant autour de la terre entre donc dans les pierres d'aimant par l'un des deux endroits qui ſe tourne vers un des poles de la terre,

PLANCHE 10.

& ſort par l'autre ; il s'en forme même un tourbillon autour des pierres d'aimant, de même qu'autour de la terre.

Fig. 18.

Cette matiére magnétique étant entrée par le pole Boréal de la terre, & ſortant enſuite par ſon pole Auſtral, ne peut entrer dans la pierre d'aimant, que par un pole dont les pores ſoient figurés de même que ceux de ce pole Boréal de la terre. Or cette matiére ſortant du pole Auſtral ou Méridional de la terre en décrivant un arc, revient, & entre enſuite dans la pierre d'aimant par le pole qui étant libre, ſe tourne vers le Midi, & en ſort par le pole qui ſe tourne vers le Nord, pour aller encore rentrer par le pole boréal de la terre.

Fig. 17.

Cela deviendra plus intelligible par une figure. La matiére magnétique venant de C C D D, & rencontrant B M, peut rentrer librement par le pole B, par exemple, & ne peut entrer par le pole M ; mais heurte ſeulement contre la partie G M. De même s'il en entre par les deux poles, la matiére magnétique qui vient de E E, entre librement par le pole M ; & celle qui vient de F F, ne pouvant entrer par le pole B, heurte contre la partie B

G. Ces deux impulsions détournent & dirigent l'aimant B M, suivant le cours C F D E de la matiére magnétique, de même qu'une giroüette se dirige & se range suivant le cours du vent qui la souffle. PLANCHE 10. Fig. 17.

Il en faut dire de même à l'égard de l'aiguille aimantée B M, si elle est libre sur son pivot; de même aussi à l'égard des aiguilles représentées par la figure 19. qui semblent être paralleles avec elles. Fig. 18. Fig. 19.

Le cours de cette matiére magnétique ne paroît pas tenir la terre dans la situation de parallelisme, pendant ses mouvemens journaliers & annuels, comme quelques-uns l'ont prétendu; puisque dans un aimant il entre ou sort de cette matiére par toute sa moitié boréale jusqu'à l'équateur, & de même par toute son autre moitié australe; & qu'une grande partie de cette matiére magnétique entre & sort par beaucoup d'autres chemins que par ceux qui semblent être paralleles à l'axe : pareille circonstance est vraisemblable à l'égard de la terre; cette matiére n'iroit donc pas droit aux poles célestes. Car s'il y alloit de cette matiére aux poles célestes, ou si

PLANCHE 10. *Fig.* 19.

de cette même matiére en venoit ; la seule qui couleroit au long de l'axe seroit libre, & celle qui iroit par les autres canaux à peu près paralleles à l'axe, en entrant & en sortant, embarrasseroit le mouvement journalier de la terre.

Détermination des poles de l'Aimant, & de ceux des aiguilles aimantées.

EXPE'RIENCE LVII.

PRE'PARATION.

PLANCHE 9. *Fig.* 7.

Il faut scier l'Aimant C D en E F parallelement à son axe ; ou tailler un aimant de maniére qu'étant appliqué sur un autre aimant, il s'y meuve librement & n'y touche que comme sur un pivot.

Effets.

1. L'Aimant E D de dessus étant libre les poles de même nom A A se fuyent de même que ceux de B B. Par exemple, le pole Boréal de l'un approche vers l'austral de l'autre.

Fig. 10. 2. Cet effet est imité, & arrive dans les deux lames d'acier aimantée

A B & M S, étant appliquées de même l'une à l'autre. PLANCHE 9. *Fig.* 10.

EXPLICATION.

Trois raisons principales ont fait donner les noms suivans aux différens poles des corps magnétiques.

1. A cause de la conformité & de la ressemblance intérieure que nous venons de remarquer entre le pole de la terre qui est vers le Nord & le pole de l'aimant qui étant libre se tourne vers le Midi, & qui reçoit la matiére magnétique qui étoit déja entrée par le pole Boréal de la terre, ce pole de l'aimant est appellé *pole Boréal ou Septentrionale*, & l'autre pole opposée qui est la partie tournée vers le Nord est appellée *Pole Austral* de l'Aimant.

De même l'extrémité d'une aiguille aimantée qui étant libre sur un pivot se tourne vers le Midi, est appellée *pole Boréal* de l'aiguille, & l'autre extrémité *pole Austral*.

2. Si un aimant ou une aiguille aimantée, étoient soûtenus par leur équateur sur des doubles pivots, comme quand il s'agit de montrer l'inclinaison; & si dans cet état ils étoient

PLANCHE 9. portés sur un des poles de la terre ; alors l'axe de ces corps magnétiques, en approchant de ce pole s'inclineroit & deviendroit perpendiculaire à la surface de la terre ; & enfin les poles de cet aimant & de cette aiguille qui étoient tournés vers le Midi, deviendroient tournés vers le Nord du Ciel, & leur pole Austral seroit vis-à-vis le pole Austral du Ciel. Les noms donnés à ces poles d'aimant ou d'aiguille aimantée leur conviennent donc.

Fig. 10.

Je suppose cette aiguille aimantée soûtenuë sur un double pivot. Car si elle étoit soûtenuë sur un seul pivot & portée en cet état sur un des poles de la terre, elle pourroit être meuë ou tournée de tous côtés indifféremment sans s'arrêter sur aucun méridien, de même que quand elle est ainsi placée sur le pole d'une pierre d'aimant mis en haut, qui représente la terre, qui est un grand aimant.

3. Comme le pole Boréal de cet aimant posé sur l'autre, fuit le pole boréal de cet autre aimant ; ainsi le pole boréal de l'aimant soûtenu par son équateur avec un fil & les autres corps magnétiques qui sont libres, par exemple, un aimant qui étant dans

la terre avoit ſon pole Boréal vers celui de la terre, les aiguilles aimantées, &c. fuïent le pole Boréal de la terre qui eſt un grand aimant, & ſe tournent vers ſon pole Auſtral. Cela prouve encore que les poles magnétiques mobiles & tournés vers le midi ſont véritablement boréaux. PLANCHE 9. *Fig.* 10.

Pour plus de clarté, imitons ce qui arrive à l'égard d'un aimant qu'on tire de la miniére; A B, M S ſont deux morceaux d'acier plats, un peu courbés, aimantés, appliqués l'un ſur l'autre qui repréſentent une pierre d'aimant qui eſt dans la terre, & qu'on va ſéparer ſuivant ſon axe en A B & M S. Il eſt conſtant que le pole Boréal B étant prés le Septentrional S, ces deux poles ennemis ſe chaſſent, & le pole Boréal B vient ſur le pole Méridional M. Le pole de la pierre qui ſe tourne vers le Midi à cauſe que la terre eſt un grand aimant, étoit donc véritablement vers le Nord étant dans la terre, & c'eſt pourquoi nous l'appellons *pole Boréal.*

PLANCHE 10.

Fig. 26.

EXPE'RIENCES

Sur l'approche ou la fuite de l'Aimant.

Les poles de même nom de deux aimans ſe fuïent, ceux de différent nom s'approchent & s'attachent l'un à l'autre.

Un aimant & du fer s'approchent & s'attachent l'un à l'autre.

EXPE'RIENCE LVIII.

PRE'PARATION.

Ayant connu (1) les poles de l'aimant venant de la miniére, il faut le tailler ſur une grande meule de coûtelier ou de lapidaire, & laiſſer ſon axe le plus long qu'il ſera poſſible. Il peut avoir la figure B M [*fig.* 24] ou celle d'une boule A [*fig.* 25].

Il faut poſer un de ces aimans

(1) Suivant l'expl. de l'expér. 55. pag. 229. & les ſuivantes.

sur du liége ou dans un petit vaisseau le tout flottant sur l'eau. PLANCHE 103 *Fig.26.*

Effets.

1. Si à un de ses poles on présente l'un ou l'autre des poles d'un autre aimant, ce premier s'approche ou s'éloigne du dernier.

2. Si on applique un des poles d'un aimant nud à l'extrémité de quelques cloux, ou à d'autres petits fers, ces fers s'attachent à l'aimant; & en élevant cet aimant, on éleve ces fers.

EXPLICATION.

Ordinairement pour exprimer l'approche & même l'adhésion du fer à l'aimant, on se sert du mot *attraction*, quoiqu'on ne reconnoisse que l'*impulsion*.

Sans déterminer s'il entre de la matiére magnétique par chacun des deux poles pour sortir ensuite par les poles opposés, ou s'il en entre seulement par un pole, je considére d'abord celle qui entre par un pole, par exemple, par le pole Boréal, & qui sort par le pole Austral. Ensuite j'observe que si je présente le pole Septen-

PLANCHE 10.

trional S de la pierre d'aimant A S au pole Méridional M de la pierre B M flottante, cette pierre qui eſt libre ſur l'eau s'approche.

Fig. 26.

Fig. 28. La matiére magnétique qui entre par le pole Boréal B d'une de ces pierres, & qui ſort par ſon pole Auſtral M, entre facilement & avec rapidité dans le pole Boréal S de l'autre pierre, pour ſortir par le pole Méridional ou Auſtral A, & circuler ainſi toujours autour de ces pierres. Et peut-être auſſi paſſe-t'il par le pole Auſtral A d'autre matiére magnétique, qui ſort du pole S d'une de ces pierres pour entrer librement dans le pole M de l'autre. Pendant que cette matiére paſſe abondamment & librement du pole d'une de ces pierres au pole de l'autre le plus proche, elle chaſſe de l'air ſubtil qui ſe trouve dans cet intervalle. Et alors d'autre air preſſe par ſa péſanteur ſur les parties B & A de ces deux pierres, & les pouſſe l'une vers l'autre. Je dis que c'eſt de l'air ſubtil qui eſt ainſi chaſſé, puiſque la pierre B M avec ſon vaiſſeau étant ſous le récipient de la machine pneumatique parmi un air ſubtil, a les mêmes mouvemens que

Fig. 26.

dans l'air groſſier, ſi on lui préſente l'un ou l'autre pole d'une autre pierre d'aimant. La même choſe arrive à une aiguille aimantée, libre ſur ſon pivot, & miſe de même ſous un petit récipient de la machine pneumatique, quand même on ne lui préſenteroit que le bout d'un coûteau aimanté au lieu d'aimant. PLANCHE 10. Fig. 26.

Mais ſi le pole Méridional A de l'aimant A S eſt préſenté au pole Méridional M de l'aimant B M, l'un s'éloigne de l'autre. Car la matiére magnétique qui étant entrée par le pole Septentrional ou Boréal B, ſortant par le pole Auſtral M, & la matiére qui étoit entrée par le pole Septentrional S ſortant par le pole Auſtral A, ſe heurtant l'une contre l'autre, & contre les poles Auſtraux qu'elle rencontre, où on ſuppoſe qu'elle ne peut entrer, alors elle fait écarter les aimans l'un de l'autre : de même que les parties d'eau qui paſſent ſous les arches d'un pont, qui après s'être frappée l'une contre l'autre, en frappant les pilliers, font effort pour les éloigner comme un coin perpétuel. Fig. 29.

Si le pole Boréal S eſt approché vers le pole Boréal B, la matiére magné- Fig. 27.

PLANCHE 10.

tique qui entre par chacun de ces poles se heurte aussi l'une contre l'autre, comme dans la circonstance précédente, & tend aussi à éloigner ces aimans l'un de l'autre.

Fig.27.

Pour preuve que cette matiére magnétique suit le chemin marqué par les points qui environnent ces figures, il n'y a qu'à avoir deux aimans, ou deux lames d'acier aimantées, & les placer sur un carton, répandre de la limaille de fer dessus, & donner quelques secousses au carton, cette limaille sera arrangée comme les figures 28. 29. & 27. le représentent.

Fig.34. Au lieu d'un aimant flottant sur l'eau, si le pole Boreal B de la pierre d'aimant A B est présenté à des aiguilles libres sur leurs pivots, chacune y présente son pole Austral. Et si la pierre est abaissée davantage pour présenter son pole Austral A, alors toutes ces aiguilles changent de situation, & présentent leur pole Boréal, je viens d'en exposer les raisons. La même chose arrive, si au lieu de la pierre d'aimant, on présente à ces aiguilles de même les bouts d'une lame d'acier trempée, polie & aimantée. Je préfere l'acier, & même l'acier trempé,

parce qu'il s'aimante beaucoup mieux que le fer & que l'acier qui n'eſt pas trempé. PLANCHE 10.

En préſentant l'un après l'autre les poles de l'aimant juſqu'à une certaine diſtance à une aiguille libre ſur ſon pivot, ils la font mouvoir. Et plus cet aimant eſt gros, quoique foible, plus cette diſtance eſt grande. La matiére magnétique, en coulant dans cette pierre par un chemin plus long, a acquis plus de vîteſſe, & alors elle s'éloigne davantage, & forme un plus grand tourbillon. *Fig.* 34.

Quoiqu'on tâche d'appliquer les mêmes principes à ces différentes explications, cependant la variété des expériences touchant l'aimant, donne toûjours de nouveaux ſujets d'attention & d'admiration. Le fil de fer A B (1) ayant gliſſé pluſieurs fois ſuivant ſa longueur ſur un même pole, par exemple, ſur l'Auſtral d'un aimant, comme je le dirai dans la ſuite, a acquis la vertu de la pierre, & a de même un pole Boréal & un Auſtral. Ayant fiché ce fil de fer A B *Fig.* 36.

(1) D'une lig. de diam. & de 10 ou 12 pou. de long.

PLANCHE 10. Fig. 36.

dans le liége C D flottant sur l'eau, de maniere que le bout touché le dernier soit en haut, si le pole Austral M de la pierre S M est présenté au pole Septentrional B de ce fil de fer, qui est le bout d'en haut, ce fil de fer & le liége C D approchent même d'assez loin; & présentant le même pole M au bout d'en-bas, il fuit. Si le pole Septentrional de cette pierre est présenté à ce pole Septentrional B du fer, le tout est répoussé; & si c'est au bout d'en-bas, il s'approche.

Le pole qui repousse étant bien près, ce qu'il repoussoit auparavant s'approche. La matiére magnétique venant de la pierre en abondance & avec force, entrant dans ce fer, en change la disposition intérieure par rapport à ces petites parties qu'on croit être dispersées comme des petits poils attachez par une de leurs extrémitez dans les pores & conduits de ce fer.

Au lieu de ce fil de fer, si un aimant est placé sur le liége, de maniere que son pole Boréal soit en haut, en présentant le pole Austral d'un autre aimant, celui qui flotte s'approchera; si on présente le pole Boréal, celui qui flotte fuira. Mais ce pole qui faisoit

fuir étant mis bien près du même pole de l'aimant flottant, il s'approchera ; & étant un peu plus éloigné, il fuira comme auparavant. Ainsi le même pole de l'aimant suit ou fuit le pole d'un autre aimant, selon qu'il est plus ou moins proche. Il faut qu'un des poles de l'aimant flottant soit en haut ; car si les poles étoient horizontaux, cet aimant flottant, au lieu d'être repoussé sensiblement, tourneroit seulement. PLANCHE 10. *Fig.* 36.

Pour éviter l'eau, on peut mettre une balance B C D soûtenuë sur un pivot en A C. Ayant mis un aimant en D & un poids en B pour faire équilibre, il est facile d'observer les mêmes effets que si l'aimant D étoit flottant sur l'eau. PLANCHE 9. *Fig.* 6.

Non seulement l'aimant retient le fer comme s'il étoit collé par le bout à un de ses poles, mais aussi le fer s'en approche, lors même qu'il en est un peu éloigné, quoique ce fer ne soit pas aimanté. Car si du liége flottant sur l'eau soutient du fer, ou si ce fer est soutenu en équilibre à l'endroit de son centre de pésanteur, principalement s'il est long & menu (1),

(1) De 7 ou 8 pou. de long.

PLANCHE 9. en présentant de loin un pole d'une pierre d'aimant à côté d'un bout de ce fer, on voit le fer qui s'approche. La même chose arriveroit si on présentoit un pole de l'aimant à la pointe d'une aiguille à coudre B C attachée en haut à un fil par son autre bout; de même à l'égard de la petite lame de fer A.

Fig. 6.

Fig. 8.

PLANCHE 10. Des fils de fer minces, plus courts que la pierre, & aimantés, lorsqu'on les présente parallelement à l'axe de l'aimant, selon que les poles de ces fers sont de même ou de different nom, ces fers s'approchent de l'Equateur E, ou en sont repoussés. Un fer plat & mince n'étant point aimanté demeure attaché au côté E de la pierre, & mêmes s'en approche d'un peu loin.

Fig. 32.

Le poids de l'air grossier avoit passé pour une des principales causes de l'approche des aimans ou des corps aimantés l'un vers l'autre. Cependant cela ne m'a pas paru sans difficulté. Car si la pression de cet air y contribuoit, il semble qu'une petite aiguille de Boussole sur son pivot sous le petit récipient de la machine pneumatique dont on a bien pompé l'air, ne se mouveroit pas si librement vers l'aimant

l'aimant qui en eſt approché au dehors. Il eſt inutile de dire qu'il eſt impoſſible d'en pomper exactement tout l'air groſſier ; car il ſemble que ce qu'une machine exacte en peut pomper ſuffiroit pour qu'il y parut de la différence : cependant l'air étant pompé autant qu'on le peut, l'aiguille m'a ſouvent paru ſe tourner vers l'aimant encore plus promptement. Peut-être y a-t'il une preſſion d'un air ſubtil qui fait approcher ces corps magnétiques l'un vers l'autre, & qu'on ne peut pomper, dont l'action eſt bien plus grande que celle de l'air groſſier. Mais n'ayant point encore vû des preuves bien évidentes de cette preſſion d'air ſubtil, ce ne peut être qu'une conjecture.

PLANCHE 10. *Fig.* 32.

Concours de la matiére magnétique pour augmenter la force de l'Aimant.

EXPE'RIENCE LIX.

PRE'PARATION.

A D C & E F G ſont deux morceaux de fer doux, minces en A C

Fig. 20. & 21.

PLANCHE 10. & F G, principalement vers les bords, & les parties A D & F E ſont plus épaiſſes, & taillées avec la lime, comme les figures le repréſentent. Il faut enſuite les ajuſter & les polir, de maniere qu'on les faſſe toucher exactement à toute l'étenduë des bouts ou poles H S & I M de la pierre d'aimant, & ajuſter par-deſſus le tout un cercle de cuivre N O pour tenir ces fers contre la pierre. S M eſt encore une piéce de cuivre attachée en S & en M à ces deux fers, qui porte un anneau mobile en T pour ſoutenir cette pierre. P Q R eſt un autre fer, dont le côté P Q eſt droit & un peu arrondi en forme cylindrique, pour toucher exactement les têtes H & I des deux fers. L'aimant H M ainſi préparé eſt appellé *armé*.

Fig. 20. & 21. *Fig.* 22. *Fig.* 23. *Fig.* 22.

Souvent je retiens les fers H S & I M ſeulement avec la main, quand j'y applique le fer P R Q, [*fig.* 23.] afin de mettre ou ôter librement les fers H S & I M, & de faire ſervir le même aimant à pluſieurs expériences.

Effets.

1. L'aimant nud porte un peu de fer ou d'acier, mais il s'y attache beau-

coup plus fortement, & il en soutient davantage par le moyen des fers appliqués sur ses poles & qui lui servent d'armure. PLANCHE 10. *Fig.* 22.

2. Deux ou trois clefs moyennes mises l'une au bout de la tête d'un fer ajusté sur le pole d'un fort aimant, l'autre au bout de la précédente, & ainsi de suite, sont soutenuës.

3. Les têtes des fers appliqués aux poles de l'aimant étant posées sur un monceau de petits cloux de fer d'épinglier, ensuite élevées, beaucoup de ces petits cloux y demeurent attachés & pendans l'un au bout de l'autre ; & en passant la main par-dessous pour faire toucher les pointes des derniers cloux d'une de ces armures à celles de l'autre, elles s'attacheront comme enfilées d'un pole à l'autre.

4. Des petites boules de fer creuses, ou des petits cloux, étant disposés & soutenus de même d'un pole à l'autre d'un aimant couvert par ses poles de deux fers à deux têtes chacun, pourvû qu'il y en ait autant que l'aimant en peut soutenir ; si un fer est posé sur les deux têtes d'en haut, les petites boules quitteront presque toutes les têtes d'en bas. PLANCHE 11. *Fig.* 6.

PLANCHE 10.

EXPLICATION.

Fig. 20. & 21. Si les fers A C & E G ſont mis ſur les poles d'un aimant, ſa force, pour s'attacher à d'autre fer, eſt augmentée conſidérablement; étant nud s'il portoit une ou deux dragmes, ayant ces fers il portera environ deux ou trois livres. Parce que la matiére ſe mouvant plus facilement dans le fer que dans l'air, s'y raſſemble, coule ſuivant la longueur de ces fers, & ſe réünit au *Fig.* 22. bout de leurs têtes H & I. Ces forces qui étoient diſperſées dans toute l'étenduë de chaque pole avant l'application de ces fers, ſe trouvant par ce moyen raſſemblées dans les têtes H & I, coulent encore rapidement de *Fig.* 23. l'un à l'autre, ſuivant la longueur P Q de la troiſiéme piéce de fer qu'on y applique, chaſſent l'air ſubtil qui ſe rencontroit entre ces fers, & l'autre air environnant preſſe ces corps l'un contre l'autre comme les deux aimans dans *Fig.* 35. l'expérience précédente. Et cette preſſion eſt capable de ſoûtenir des clefs attachées enſemble avec une fiſſelle, ou d'autres poids retenus en E par le crochet de la piéce de fer C D.

Le pole de l'aimant que nous appellons Auſtral, ſoûtient un plus grand poids de fer dans ces pays Septentrionaux, que l'autre Pole que nous appellons Boréal. Car de même qu'un pole Auſtral d'aimant ou d'un fer aimanté ſoûtient un fer plus péſant, s'il eſt au-deſſus du Boréal d'un autre aimant & dans ſon tourbillon, ainſi le pole Auſtral de l'aimant eſt aidé par le Boréal de la terre; parce que la matiére magnétique ſort & coule alors avec plus de vîteſſe du pole d'un de ces corps au pole de l'autre, qui eſt propre à la recevoir. Et ſi ces deux aimans dans cette ſituation ſe touchent, le pole Auſtral du dernier levera un poids qu'aucun de ces aimans ſéparés & éloignés l'un de l'autre ne pouvoit lever. Car alors la matiére magnétique ayant trouvé plus de chemin à parcourir librement, y a acquis plus de vîteſſe, & après cela elle agit avec plus de force. Au lieu d'un deuxiéme aimant, en mettant de même une clef qui ne ſoit point percée, le bout de cette clef levera un plus grand poids de fer que cet aimant ſeul n'auroit levé. Ainſi il ſemble que cet aimant donne plus de force à la clef qu'il n'en

PLANCHE 10. *Fig.* 35.

PLANCHE II. *Fig. 6.*

a. Il faut encore remarquer que les ruiſſeaux de la matiére magnétique ne coulent que par certains endroits des ces poles, que la limaille de fer fait connoître. C'eſt à ces endroits qu'il faut appliquer les cloux ou autres fers qu'on veut être ſoutenus.

De petits cloux ou de petites clefs peuvent être ſoutenuës l'une au bout de l'autre, à la tête du fer placé ſur un pole d'un aimant D un peu fort, capable de lever 4 ou 5 livres péſant, un peu gros, afin que ſon tourbillon ſoit aſſez grand pour que ces clefs s'y trouvent. Et il paroît que cet effet, & la forme d'anneau ou de chaîne faite d'un pole à l'autre par ces petites boules de fer ou ces petits cloux, viennent de ce que la matiére magnétique ſe raſſemble, & coule facilement; rapidement, & plus abondamment dans la longueur du fer, & paſſe par ce moyen d'un pole à l'autre.

Les fers ayant quatre têtes appliqués ſur les poles d'un aimant, s'ils ſont ſoûtenus d'une main avec leur pierre, & ſi à deux de ces têtes A & B il y a des boules de fer, ou des cloux, ſoutenus en forme de chaîne C, en appliquant avec l'autre main la

piéce de fer F ſur les têtes D & E, les boules ou cloux C tombent. Car alors une partie de la matiére magnétique qui paſſoit par ces boucles pendant qu'elles étoient ſoutenues, eſt détournée de ſon chemin, & coule de D en E par la piéce de fer F & les têtes qui ſoûtenoient les boules, ne peuvent plus ſoutenir que beaucoup moins, parce qu'il y paſſe moins de matiére magnétique. PLANCHE 11. Fig. 6.

Un aiguille B C ſoutenuë en l'air par un aimant, entre leſquels corps on peut mettre une ou deux piéces d'or ou d'argent ſans que l'aiguille tombe; ſi on y met une petite lame de fer A l'aiguille tombe. Parce que la matiére magnétique eſt détournée, une partie coule dans cette lame A, & il n'en reſte point aſſez pour ſoutenir l'aiguille B. PLANCHE 9. Fig. 8.

PLANCHE 10.

Fig. 33. *Les bouts d'un long fer perpendiculaire à l'horizon, deviennent différens poles autant de fois que le bout qui eſt en bas eſt mis en haut.*

EXPE'RIENCE LX.

PRE'PARATION.

L'aiguille aimantée N M eſt libre ſur un pivot. A B ou S B eſt un fer qui n'a jamais été touché à l'aimant (1).

Effets.

1. Si le fer A B eſt mis perpendiculairement à l'horizon, le bout d'en haut B près de l'aiguille aimantée; alors elle y approche & préſente ſon pole Méridional M : & ſi on promene ce fer en cette ſituation au tour de l'aiguille, l'extrémité M de l'aiguille ſuit en même temps le fer A B.

2. Si on éléve le fer A B juſqu'à ce que le bas A ſoit au niveau de l'ai-

(1) De 12 ou 15 pouc. de long.

guille

guille N M, auſſi-tôt l'aiguille N M ſe tournera pour préſenter ſon autre bout N vis-à-vis le bout A du fer A B. PLANCHE 10. Fig. 33.

3. Si la même extrémité B demeure en B proche cette aiguille N M, & qu'on tourne le bout A en haut en comme S, le bout M de l'aiguille qui s'approchoit vers l'extrémité B, eſt repouſſé par la même extrémité B qui ſe trouve en bas.

EXPLICATION.

L'extrémité B du fer A B reçoit librement la matiére magnétique qui ſort de l'aiguille par ſon pole Méridional ou Auſtral M. Cette matiére ſuit les mouvemens du fer A B avec une promptitude & une facilité ſurprenante. C'eſt le ruiſſeau de cette matiére magnétique, qui eſt la cauſe de la direction N M vers l'extrémité B du fer, comme je l'ai déja dit (1); & l'extrémité M ſe trouve repouſſée par la matiére magnétique qui ſort par le pole A du fer A B, lorſqu'on l'a élevé au niveau de cette aiguille.

Mais le bout A étant élevé comme B S, les poles du fer A B changent au

(1) Expér. 56.

PLANCHE 10. Fig. 33.

même instant. Le pole A qui étoit Austral devient Septentrional dans la situation S B, & le pole B de A B devient Austral. C'est la matiére magnétique qui entre par le pole Boréal de la terre, qui étant ensuite sortie par le pole Méridional, décrit une ligne courbe pour aller rentrer par le pole Boréal de la terre, mais trouvant en son chemin le fer A B y entre par sa partie la plus éloignée de la terre pour en sortir par l'extrémité qui en est la plus proche, & force les petites parties de fer qu'on croit être semblables à des petits poils placés dans les canaux du fer, & leur donne une autre situation.

PLANCHE 9. Fig. 4.

Cette expérience fait voir sensiblement que la terre est un grand aimant. Puisque ce fer devient aimanté, tantôt d'une maniére, tantôt d'une autre, c'est-à-dire, que les poles changent selon la situation qu'on lui donne à l'égard de la terre. Car il n'y a qu'à approcher vers le pole Boréal B de l'aimant A B un petit fer C D par exemple, une aiguille à coudre, pendant fort peu de temps; ensuite approcher le bout D de ce fer vers celui d'une petite aiguille aimantée libre sur son pivot, qui est vers le

Nord, cette extrémité D chaſſera celle de l'aiguille de même que le bout d'en bas du fer précédent, ſoit que l'autre extrémité C ſoit la plus proche ou la plus éloignée de la terre. Après cela ayant mis l'extrémité C en D, pendant un moment, & ayant enſuite approché cette extrémité D vers la même extrémité de la petite aiguille aimantée, l'extrémité de cette petite aiguille s'en approchera, de même que vers le bout d'en haut du fer précédent. Ainſi la même extrémité D devient tantôt un pole Auſtral, tantôt un pole Boréal, ſelon qu'elle eſt en haut ou en bas au-deſſus du pole de l'aimant AB, même ſans le toucher, de même que le fer précédent à l'égard de la terre. PLANCHE 9. Fig. 4.

Cette matiére magnétique qui forme un tourbillon en circulant continuellement dedans & autour de la terre, communique la vertu de l'aimant aux fers qui s'en trouvent enfilés, & après une longue ſuite d'années les convertit en aimant. C'eſt ce qui eſt arrivé à une Croix de fer qui avoit été placée au ſommet du Clocher d'une Egliſe de la Ville de Chartres environ l'année

PLANCHE II. 1505. & que la foudre en fit tomber l'année 1691.

Fig. 17.

Vrai-semblance d'un seul pole d'entrée & d'un seul de sortie.

EXPE'RIENCE LXI.

PRE'PARATION.

AB est une verge de fer retenuë dans la main C & laissée tomber ou frappée sur le pavé par le bout A; ou même tenuë ferme par la main C, & cette main C secouée sur le genou D; ou enfin tenuë par la main E & frappée contre une muraille ou autre corps par le bout A.

Effets.

1. L'extrémité B qui est en haut ou celle qui est retenuë par la main E, devient toûjours un pole Boréal.

2. Si les bouts de cette verge sont changés, c'est-à-dire, si A est mis en B, après avoir secoüé ou frappé comme on a dit, les poles deviennent pareillement changés & placés de même que dans le premier effet.

3. Ces changemens de poles arrivent dans ce fer autant de fois que ſes extrémités ſont changées, & qu'il eſt ſecoué ou frappé. PLANCHE II. Fig. 17.

Il faudroit voir ſi un coup de marteau donné ſur le bout d'en haut cauſeroit le même effet.

EXPLICATION.

Les changemens de poles qui arrivent dans l'expérience précédente par les ſituations différentes d'un fer tenu perpendiculairement à la ſurface de la terre, ſemblent prouver que la matiére magnétique entre toûjours par l'extrémité qui eſt en haut.

Dans cette expérience on préſente horizontalement l'extrémité de ce fer aux extrémités de l'aiguille aimantée F. L'approche ou la fuite des extrémités de cette aiguille fait connoître les poles du fer & leurs changemens (1). La ſecouſſe fait incliner en bas, ou en s'éloignant de la main E, tous ces petits poils ou villoſités qu'on croît être dans les pores ou

(1) Expér. 58.

PLANCHE II. canaux qui s'étendent d'un bout à l'autre du fer, alors la matiére magnétique entre plus librement par le bout de ce fer d'où ces villosités s'écartent ou s'inclinent vers l'autre bout. Ces petits poils étant fort mobiles, chacun attaché seulement par un bout, s'inclinent facilement d'un côté ou d'autre suivant les secousses.

Fig. 17.

En Angleterre on avoit déja fait une observation semblable à celle-ci, mais on rapporte seulement que le pole d'un aimant est changé après avoir frappé cet aimant d'un coup assez vigoureux pour changer la situation de ses parties intérieures (1) sans dire comment. Une recherche plus exacte (2) a pleinement fait connoître ces effets admirables.

---

(1) J. Keill introduct. ad veram Phis. & veram Astron. lect. 8. pag. 85. Edit. Lugd. Bat. 1725. (2) Par Mr. Du Fay.

PLANCHE. II.

Pareils mouvemens qu'on apperçoit a un aimant, paroiſſent au même inſtant dans le fer voiſin, quoiqu'il y ait un autre corps entr'eux. Fig. 2.

EXPE'RIENCE LXII.

PRE'PARATION.

A B eſt un carton, ou une planche de cuivre polie, ou un quarreau de verre. Sur ce carton on a répandu de la limaille de fer ou d'acier, ou des petits bouts de fil de fer, menus & courts.

Effets.

1. Les têtes de fer C & D, armure de l'aimant, étant miſes ſous le carton AB, la limaille de fer s'arrange en tourbillon, comme dans l'expérience 55. principalement ſi on y choque ces têtes, afin d'émouvoir la limaille pour lui aider à ſurmonter ſon frottement contre le carton.

2. Si à l'endroit E, par exemple, on préſente par-deſſous ce carton le pole D d'un aimant, auſſi-tôt ces petites

PLANCHE II. parties de fer s'élévent & se dressent sur une de leurs extrémités.

Fig. 2. 3. Si on y présente l'autre pole de la pierre, ces petites parties de limaille se tournent, s'élévent sur leur autre bout, & y demeurent pendant que ce pole de la pierre d'aimant est sous le carton.

EXPLICATION.

Quand on met les têtes C & D sous le carton A B, la matiére magnétique coulant abondamment par ces têtes C & D, passe par les pores du carton A B, enfile ces petites parties de limaille presque aussi librement que si le carton n'y étoit pas, & les arrange suivant son cours.

Comme le fer A B de l'expérience 60. [*fig.* 33. *pl.* 10.] est aimanté, & a ses poles différens à cause qu'il se rencontre dans le tourbillon de la matiére magnétique qui circule autour de la terre; de même ces petites parties de fer posées sur le carton A B, étant dans le tourbillon de la matiére magnétique qui circule autour de la pierre C D, se trouvent aimantées par la présence de cet aimant C D. La limaille étant ainsi aimantée, & par ce

moyen ayant des poles différens, pendant que la matiére magnétique qui vient de la pierre les enfile & les traverſe ſelon leur longueur, les poles de la pierre & de cette limaille, qui ſont de différent nom, s'attirent l'un l'autre, & ceux du même nom ſe repouſſent; & alors cette limaille s'éleve tantôt ſur un bout, & tantôt ſur un autre, & ſe range toujours ſuivant le cours de la matiére magnétique qui circule autour de la pierre, & qui paſſe à travers ce carton. PLANCHE II. Fig. 2.

Une aiguille aimantée libre ſur ſon pivot étant miſe ſur une table, ſi on promene en rond ſous cette table une pierre d'aimant le pole d'en haut; au même inſtant le pole ami de cette aiguille ſuit les mêmes mouvemens avec la même facilité & promptitude que ſi cette table n'étoit pas entr'eux. Ce qui feroit preſque douter que cette matiére magnétique paſſe au travers de la table, puiſque l'aiguille ſuit ces mouvemens ſans interruption.

PLANCHE II.

Fig. 4.

Effets différens de la matiére magnétique. Fer tenu en équilibre entre les poles de l'Aimant.

EXPE'RIENCE LXIII.

PRE'PARATION.

Il faut se servir de la fourchette F G [*fig.* 3.] pour poser l'aiguille aimantée S M sur l'eau D S. L'aiguille M S étant séche & légere y nagera, parce qu'il y aura des petites parties d'air entre l'eau & cette aiguille qui l'empêcheront d'y être plongée entiérement.

Effets.

1. Si on met au niveau de la surface de l'eau le pole Boréal B de la pierre d'aimant, l'aiguille S M s'approche, & présente son pole Méridional M.

2. Si on présente le pole Austral A de la pierre, l'aiguille M S présente le pole Septentrional S, en décrivant la ligne courbe S E M.

3. Si on met de même sur l'eau un fil de fer léger pris à volonté, ou une aiguille à coudre, & si on présente un pole de la pierre A B, le fil de fer présente un bout; & si on présente l'autre pole de la pierre A B, le fil de fer décrit une ligne courbe S E M, & présente son autre bout. PLANCHE II. Fig. 4.

4. En tournant autour du verre le même pole de la pierre, le fil de fer présente aussi toujours le même bout, & tourne de même. Et si l'axe de la pierre est tenu parallelement proche & au-dessus de la surface de l'eau, le fil de fer se place toujours, & demeure immobile sous l'équateur de la pierre; si on remuë la pierre, le fil de fer est mû de même.

EXPLICATION.

L'aiguille aimantée S M est attirée de la même maniére, & par les mêmes raisons que celle de l'expérience 58. La ligne courbe S E M décrite par le mouvement de l'aiguille, marque la route de la matiére magnétique qui forme le tourbillon autour de la pierre d'aimant (1).

(1) Expér. 55.

PLAN-CHE II. *Fig.* 4. A l'égard du petit fil de fer qui n'eſt point aimanté, & qui fait les mêmes mouvemens que l'aiguille aimantée lorſqu'on lui préſente les poles d'une pierre d'aimant, cela vient de ce que ce fer a acquis la vertu magnétique à cauſe de la préſence & de la proximité de la pierre d'aimant. Par ce moyen le fil de fer ayant un pole Boréal & un pole Auſtral, lorſqu'on lui préſente les poles de la pierre, ceux de même nom s'éloignent l'un de l'autre, & ceux de différent nom s'approchent.

Afin de mieux réüſſir, il faut moüiller le verre autour du bord de l'eau, cela rendra l'eau plus élevée au bord, & l'aiguille s'en éloignera plus aiſément quand l'aimant ſera ôté.

La courbure des lignes qui ſont décrites par le mouvement des petites parties de la matiére magnétique, oblige ce fil de fer à demeurer ſous l'équateur de la pierre, ou à y retourner toujours ſi on l'en déplace, & ſi on le laiſſe enſuite flotter librement. Ce fer demeure ainſi en équilibre entre les poles.

Quelques difficultés ont fait douter s'il n'y a qu'un pole par où la ma-

tiére magnétique entre, & un autre seulement par où elle sort. S'il étoit vrai qu'il n'y eût qu'un seul pole d'entrée, & un seul autre de sortie, il semble qu'en présentant le pole d'un aimant au pole de différent nom d'un autre qui flotte sur l'eau, ce dernier, au lieu de s'approcher, seroit toujours repoussé. Car la pésanteur de l'aimant & sa dureté, persuadent qu'il contient beaucoup moins de creux que de plein, c'est-à-dire, qu'il y a moins de petits canaux que de parties dures. La matiére magnétique sortant du pole Austral d'un aimant vers le pole Boréal de l'autre aimant libre sur l'eau, y rencontreroit beaucoup moins de canaux où elle entreroit, que de parties dures qu'elle heurteroit ; moins de ces parties de matiére magnétique passeroit donc librement de l'un à l'autre, & la plus grande partie choqueroit & presseroit l'aimant flottant, le repousseroit, & rempliroit l'espace qui seroit entre ces deux aimans. Le frottement même des parties de cette matiére, & leur choc contre les inégalités & espéces de petits poils qu'on suppose en grand nombre dans ces petits canaux, feroient encore effort pour repousser. De plus

PLANCHE II. Fig. 4.

PLANCHE II. *Fig.* 4.

un aimant flottant, après s'être tourné vers les poles de la terre, demeure en repos. Cela n'arriveroit pas si la matiére magnétique sortant d'un seul pole de la terre retournoit vers l'autre pole. Parce que, comme je viens de le dire, elle pousseroit vers cet autre pole tous les aimans, & même tous les autres corps durs & flottans sur l'eau qu'elle rencontreroit. Ces difficultés disparoissent en considérant que par des canaux différemment figurés, il entre de la matiére magnétique par chacun des deux poles pour sortir par leurs opposés. Car alors il y a un effort égal de part & d'autre des aimans flottans sur l'eau, & de part & d'autre des deux poles de la terre même, d'où il naît un équilibre, & un repos dans ces corps magnétiques.

Un aimant, ou un long fer aimanté, posé sur du liége, ou dans un petit vaisseau flottant sur l'eau, ou même une aiguille de Bousole étant seulement posée sur la surface de l'eau dans un vaisseau bien fermé avec un couvercle de verre, pour éviter le mouvement de l'air, s'il y a sur ce verre un anneau de carton d'un diamétre égal à la longueur du corps

magnétique flottant, après avoir po- PLAN-
sé un aimant sur ce verre au milieu de CHE II.
l'anneau, & mis ses poles vis-à-vis les *Fig. 4.*
poles de la terre qui leur conviennent, alors les poles du corps magnétique flottant seront forcés de se tourner vers ceux de la terre qui ne leur conviennent pas. Tout étant en repos, si l'aimant est élevé perpendiculairement, avec vîtesse, & de loin, la matiére magnétique seule frappe les poles de l'aimant ou des fers aimantés flottans, & les fait tourner du Midi au Septentrion sans les faire sortir de dessous l'anneau; ou si quelquefois ils en sortent, c'est tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, sans suivre un chemin réglé. Les canaux de ces corps flottans résistans autant à la matiére magnétique que leurs parties dures, parce qu'en tournant, le choc de cette matiére leur est oblique, il semble que si cette matiére ne faisoit effort pour entrer que par un seul pole, ces corps en tournant vers les poles qui leur conviennent, sortiroient du cercle; car il est certain qu'ils sont poussés puisqu'ils tournent. Cette aiguille flottante ainsi retenuë ou mûë par un aimant soûtenu au-dessus, a été con-

PLANCHE II. *Fig.* 4.

duite dans un tuyau horizontal à demi-plein d'eau, & posé dans le plan du Méridien, ou a été conduite entre deux longues lames de verre ajustées proche l'une de l'autre, perpendiculaires à la surface de l'eau, paralleles entr'elles, & sortant un peu au-dessus de la surface de cette eau ; on a remarqué qu'en élevant l'aimant qui étoit au-dessus, cette aiguille demeuroit en repos. Il semble qu'elle se mouveroit si elle étoit frappée par la matiére magnétique venant d'un seul pole ; & si elle se meut, cela vient ou de ce que le tuyau n'est pas bien à niveau, ou que les lames de verre ne sont pas bien paralleles ; car alors l'eau devient plus élevée à l'endroit le plus étroit, & l'aiguille par sa pésanteur descend & coule vers l'endroit le plus large.

L'eau

PLANCHE II.

Fig. 7.

L'eau paroît en repos pendant que la matiére magnétique paſſe au travers pour mouvoir le fer.

EXPE'RIENCE LXIV.

PRE'PARATION.

Ayant rempli d'eau un grand verre, il faut poſer ſur ſon fond un petit pivot de fil de léton fiché dans un pied D de plomb, & poſer ſur ce pivot une aiguille aimantée.

Effet.

Si on préſente un pole d'aimant, ou l'extrémité d'un morceau de fer, la matiére magnétique agit auſſi-tôt au travers de l'eau, & l'aiguille remuë & ſe range de même que ſi elle étoit libre dans l'air.

EXPLICATION.

Cette expérience fait voir que la matiére magnétique paſſe librement

PLANCHE II. Fig. 7.

entre les parties de l'eau, & semble être une objection contre la maniére d'expliquer l'attraction de l'aimant. Puiſqu'il ne paroît aucun mouvement extraordinaire, ni aucun eſpace vuide dans l'eau qui eſt entre l'extrémité de l'aiguille & la pierre, ou entre l'extrémité du fer qu'on préſente & cette pierre. On pourroit répondre qu'il n'eſt pas néceſſaire que tout l'air ou toute l'eau ſoient chaſſés de l'eſpace qui eſt entre le fer & l'aimant, pour que ces deux corps puiſſent être pouſſés l'un contre l'autre par la péſanteur du reſte de l'air ou de l'eau qui les environne. Il ſuffit qu'il y en ait un peu moins dans cet eſpace que par tout ailleurs, & notre vûë n'eſt point aſſez ſubtile pour juger de cette diminution.

PLANCHE II.

Le mouvement de la matiére magnétique ne paroît point interrompu par la rapidité de la flamme, ni par d'autres mouvemens fort prompts. Fig. 9.

EXPE'RIENCE LXV.

PRE'PARATION.

C D eſt un vaiſſeau de terre verniſſé (1). Il faut y mettre un peu d'eſprit-de-vin, ou d'eau-de-vie la plus forte, enſuite l'enflammer.

Effets.

1. L'aiguille M S étant ſur le pivot E; ſi on lui préſente de l'autre côté de la flamme un pole B de la pierre d'aimant A B, auſſi-tôt l'aiguille M S tourne un de ſes bouts vers ce pole B; ſi on en préſente le pole A, l'autre bout S ſe tourne vers ce pole A.

2. Si on prend entre les doigts le Fig. 10.

(1) Long de 7 pouc. ou envir. & large d'un pouce intérieurement.

PLANCHE II. bout C de l'essieu C D de fer ou d'acier d'une petite rouë de montre pour la faire piroüetter; pendant son mouvement, la tête A de l'armure de la pierre étant posée contre l'extrémité C de cet essieu, & ensuite élevée, on éleve en même-temps la petite rouë qui continue à tourner long-temps avec une grande vîtesse.

Fig. 10.

Fig. 11. 3. Si au bout C de la lame de coûteau C D aimantée, on applique un petit anneau de fil de fer ou d'acier poli (1), pendant qu'il y sera soûtenu, si on souffle contre le côté A ou B, alors cet anneau se meut avec une rapidité surprenante, & pendant ce grand mouvement il est toujours soûtenu.

EXPLICATION.

Cette expérience est une preuve certaine de l'extrême promptitude du mouvement de la matiére magnétique, qui coule d'un de ces corps dans l'autre. La grande activité du mouvement de la flamme paroît ne point interrompre le cours de cette

(1) Qui ait environ 2 pouc. de diam.

matiére, & même le changement continuel qui arrive à la ſituation de cette petite roue & de l'anneau, fait voir que le paſſage de la matiére pour aller d'un de ces corps à l'autre eſt ſi ſubit, qu'il ſemble inutile pour cette ſuſpenſion que les pores de l'un ſoient vis-à-vis les pores de l'autre, puiſqu'on ne peut pas dire que pendant un inſtant il y ait ſeulement un pore d'un de ces corps, & un pore de l'autre corps en droite ligne pour que la matiére qui ſort de l'un ſoit auſſi-tôt reçuë dans l'autre. PLANCHE II. *Fig.* 11.

En faiſant voir l'action de la matiére magnétique au travers de la flamme, il ne faut point chauffer la pierre d'aimant, ni l'aiguille aimantée. Car cela diminuë leur force magnétique à proportion du degré de chaleur qu'on leur donne; de ſorte que ſi on les faiſoit rougir à un feu violent, elles perdroient cette propriété, & ne produiroient pas d'autre effet qu'un morceau de fer ordinaire.

Nous venons de voir que l'aimant ainſi mû fait mouvoir cette aiguille au travers l'air, l'eau, la flamme; il la fait encore mouvoir au travers des corps fort durs, & dont les parties ſont

PLANCHE II. *Fig.* 11.

fort ſerrées. Pour le voir il n'y a qu'à mettre cette aiguille ſur ſon pivot ſur une douzaine d'aſſiéttes ou de grands plats d'étaim ou d'argent, & par-deſſous préſenter le pole de l'aimant en décrivant un petit cercle, de même au travers une table.

PLANCHE II.

Fig. 12.

EXPE'RIENCES

Sur l'Aimant pour la communication.

L'acier trempé peut avoir pareilles propriétés que l'aimant, & mieux que le fer, ou que l'acier non trempé.

EXPE'RIENCE LXVI.

PRE'PARATION.

E F eſt une lame d'acier platte, mince, trempée & polie : on peut ſe ſervir d'une lame d'épée C D, d'une lame de coûteau, &c. Fig. 13.

Effets.

1. La tête de l'armure d'une pierre d'aimant A ayant gliſſé une ou pluſieurs fois ſur cette lame, allant toujours de E vers F [*fig.* 12.] ou de C vers D, l'extrémité D, qui auparavant cet attouchement ne levoit au-

PLANCHE II. *Fig.* 13.

cun fer ni acier, levera des portions de fil de fer, des cloux, & même des clefs, selon la force de cet aimant.

2. Si on fait gliſſer ce même pole ſur la même lame, en allant de D vers C, autant de fois qu'on la vient de toucher en allant de C vers D, la force magnétique communiquée à l'extrémité D diſparoît preſque toute.

3. Enfin ſi on retouche encore cette lame comme la premiere fois, en allant de C vers D, on rétablit cette force magnétique.

EXPLICATION.

Faiſant gliſſer le pole de cette pierre ſur la longueur de la lame d'acier C D, alors la matiére magnétique raſſemblée dans un paſſage étroit à la tête de l'armure, entre avec impétuoſité dans cette lame d'acier, & couche de côté les eſpéces de petits poils qui ſe trouvent dans les petits canaux reſtés dans ces lames pendant qu'on les a forgés pour les allonger. Par ce moyen la matiére magnétique ſe forme un paſſage qui devient plus propre à la recevoir plus abondam-

abondamment, & à produire dans cet acier les mêmes effets que dans l'aimant. Mais quand on touche ensuite cette lame en allant de D vers C, alors la matiére magnétique faisant encore effort pour y entrer, rebrousse & reléve ces petites parties de fer, & les remet dans le même état qu'auparavant, ou même les couche d'un autre côté, & par ce moyen la force magnétique se trouve à l'autre bout de cette lame en C. PLANCHE II. *Fig.* 13.

Quoique tout cela soit vraisemblable, il reste cependant un peu de difficulté à concilier avec une Méchanique exacte, que, selon qu'on glisse la tête de cette armure d'une maniére ou d'une autre, ces petits filets de fer supposez sans ressort deviennent tous inclinés d'un côté ou d'autre, par l'effort ou le choc de la matiére magnétique, & pour incliner ainsi ces petits filets qu'elle se trouve aussitôt prête à couler de C vers D, ou de D vers C, & à changer à chaque moment qu'on veut, la détermination ou la direction de son mouvement au long de ce fer. Mais ces légeres objections ne doivent pas rebuter, il faut persévérer à méditer & à réfléchir

PLANCHE 11. Fig. 13. sur ces effets, dans l'eſpérance qu'on découvrira encore d'autres raiſons, qui ſatisferont mieux que ce qui a été dit juſqu'à préſent.

PLANCHE 9. Fig. 9. Une lame d'acier A B d'égale épaiſſeur dans toute ſa longueur, ayant gliſſé d'un bout à l'autre ſur le pole d'un aimant, l'extrémité B que le pole de la pierre aura touchée la derniere, lévera un plus grand poids que l'autre bout. Parce que la matiére magnétique eſt plus raſſemblée dans ce bout, que le pole de la pierre a touché le dernier. Et alors par le moyen de la limaille de fer répanduë deſſus cette lame & ſur le carton qui la ſoûtient, on voit les traces du tourbillon de matiére magnétique, dont le centre C eſt toûjours plus près de cette extrémité B, & n'eſt au milieu de ces lames que quand elles ſont fort courtes.

Un fil de fer long d'environ deux ou trois pouces étant mis & roulé par le milieu ſur la tête de l'armure d'un pole acquiert en cet endroit une vertu oppoſée à ce pole où il a été roulé, & les deux extrémités ont une vertu ſemblable à celle de ce pole, par exemple, ſi ce fer eſt ainſi roulé

sur le pole Boréal d'un aimant, le milieu de ce fer étant mis proche le bout de l'aiguille aimantée qui regardoit vers le pole Boréal de la terre, ce bout est chassé, mais il s'approche de chacun des bouts du fil de fer. Cela fait voir que le milieu de ce fil de fer est un pole Austral, puisque les poles de même nom se chassent, & que ses deux bouts sont Boréaux. Le contraire arrive si on présente ainsi ce fer au bout de l'aiguille tourné vers le midi, ou si on le met de même sur le pole Austral de l'aimant. PLANCHE 9. *Fig.* 9.

Ayant fait glisser les poles d'un aimant l'un après l'autre au long ou autour de plusieurs endroits différens, & également distans d'un fil ou verge de fer gros comme une fisselle, si cette verge est portée depuis une de ses extrémités jusqu'à l'autre, parallelement à l'horizon proche un bout d'une petite aiguille aimantée libre sur son pivot, cette aiguille présentera ses différens bouts autant de fois qu'il passera devant elle des endroits de ce fer qui auront été touchés par différens poles. Ce qui fait voir que tous les endroits de ce fer sont de-

PLANCHE 9. venus autant de poles Boréaux & Auſtraux.

Fig. 9. Un aimant donne facilement la vertu magnétique au fer & à l'acier de figure longue, droite ou courbe, en les faiſant gliſſer ſur un de ſes poles. Pour connoître les différens poles de ce fer ou acier, il n'y a qu'à préſenter à ſes bouts une aiguille aimantée & libre ſur ſon pivot, & voir quel pole de l'aiguille eſt attiré ou repouſſé. Ainſi la matiére magnétique agit au travers les corps opaques de même qu'au travers les corps tranſparens, & par des lignes courbes de même que par des lignes droites, ce que la lumiére ne fait point.

A ne conſidérer qu'un pole d'entrée & un pole de ſortie pour la matiére magnétique, en gliſſant le pole de ſortie ſur une lame d'acier, il lui fournit de la matiére magnétique pour l'aimanter; mais comment cette lame eſt-elle aimantée avec autant de force après avoir gliſſé ſur le pole d'entrée, s'il ne lui fournit rien? Car il eſt certain qu'une lame d'acier devient aimantée en gliſſant ſur un pole de l'aimant, & qu'une autre lame d'acier devient aimantée en gliſſant ſur l'au-

tre pole du même aimant. Peut-être répondra-t'on que cette lame devient aimantée par la matiére magnétique qui revient pour entrer par ce pole. PLANCHE 9. Fig. 9.

Je préfere les lames d'acier trempées, parce qu'elles s'aimantent mieux que si elles étoient de fer ou d'acier non trempé. Car l'acier rougi au feu, & enfuite trempé dans l'eau, a ſes pores plus proches l'un de l'autre, plus petits & plus proportionnés à la groſſeur des parties de matiére magnétique. Les pores du fer ou de l'acier non trempé ſont trop ouverts, & la matiére magnétique ne fait preſque pas d'impreſſion dans leur intérieur. Il faut que ces lames ſoient polies, parce que leurs pores en ſont mieux ouverts que ſi elles étoient roüillées. Il faut qu'elles ſoient applaties & minces, parce qu'elles ne s'aimantent que vers leurs ſurfaces; & par cet applatiſſement les ſurfaces ſe trouvent proches l'une de l'autre, & alors ce ſont des forces raſſemblées aux extrémités qui produiſent un plus grand effet.

Quand on aimante une aiguille de Bouſſole, le bout qu'on veut être tourné vers le Septentrion doit être le dernier touché au pole Boréal de la

PLANCHE 9. Fig. 9.

pierre. C'eſt-à-dire qu'en faiſant gliſſer la tête de l'armure de ce pole ſuivant la longueur de l'aiguille, on doit finir au bout qu'on veut être tourné vers le Septentrion ou le Nord. On peut auſſi toucher au pole Auſtral ce bout de l'aiguille qu'on veut être tourné vers le Septentrion, pourvû qu'en faiſant gliſſer la tête de l'armure du pole Auſtral, on finiſſe vers l'autre bout de l'aiguille qu'on veut être tourné vers le midi.

Une aiguille ayant gliſſé, par exemple, ſur le pole de l'aimant, qui étant libre ſe tourneroit vis-à-vis le Nord, tournera vers le Sud ſon extrémité la derniere touchée. Ainſi le bout de l'aiguille, & le pole qui l'aura touchée ſeront l'un vis-à-vis le Nord, & l'autre vis-à-vis le Sud. Et une lame de fer ou d'acier ayant gliſſé ſur le pole d'un aimant, le dernier bout qui le touche s'approche vers ce pole, mais chaſſe le bout de l'aiguille aimantée qui s'approchoit auſſi vers ce pole, & s'accorde avec l'autre bout que ce pole chaſſoit.

En communiquant cette propriété à une aiguille à pivot, il faut décrire un grand cercle à chaque fois en

quittant un bout pour aller recommencer à l'autre, afin de tâcher de suivre le cours de la matiére magnétique, dont il se forme un tourbillon autour de l'aiguille, de même qu'autour d'une pierre d'aimant. Afin de mieux imprimer cette vertu, on peut faire glisser la tête de l'armure, par exemple, douze ou quinze fois. PLANCHE 9. *Fig.* 9.

On touche seulement à un pole, parce que si on touchoit aux deux poles, ou aux deux têtes de l'armure l'une après l'autre, la force qui seroit communiquée par un pole seroit détruite par l'autre pole.

L'Aimant communique plus de force au fer, qu'il n'en a en pareille quantité de surface.

EXPE'RIENCE LXVII.

PRE'PARATION.

Il faut mettre une pierre d'aimant sur une table ou sur un carton, de maniére qu'un de ses poles soit en haut. PLANCHE 10. *Fig.* 33.

PLANCHE 10.

Effet.

Fig.33. Le fer B S qui ne ſoûtiendroit ſeulement pas une particule de limaille hors de la préſence de l'aimant, étant ſoutenu perpendiculairement à l'horizon au-deſſus & proche le pole d'un aimant, on peut lui appliquer ſon extrémité B, & lui faire ſoûtenir des cloux, même des petites clefs, ſans qu'il touche à la pierre.

EXPLICATION.

Nous ſçavons (1) que les poles des aimans de différent nom deviennent plus forts, étant poſez en ligne droite dans le tourbillon l'un de l'autre. Nous ſçavons encore (2) que l'extrémité inférieure B du fer ou acier B S eſt un pole Auſtral, puiſqu'il attire le pole Boréal de l'aiguille aimantée, quoique ce fer n'ait jamais touché à aucun aimant. Cela nous conduit à voir naître dans ce fer ou acier, une nouvelle force pour attirer d'autre

(1) Dans l'expl. de l'expér. 59.
(2) Expér. 60.

fer, laquelle mérite attention. On remarque avec admiration, qu'une petite barre de fer acquiert dans un instant une propriété qu'elle n'avoit pas auparavant, & qu'elle ne conserve que pendant la préſence de la pierre. Non-ſeulement l'extrémité de cette barre de fer peut ſoûtenir un clou au-deſſus d'une pierre d'aimant, mais même ce clou, étant poſé ſur le pole, la barre de fer le lui arrache & l'emporte. Au lieu du pole Boréal de la pierre, ſi on préſente vers B ſon pole Auſtral, ces cloux ou clefs ſont ſoûtenus de même, mais plus foiblement. Un clou d'un pouce de long eſt ſoûtenu à deux pouces de diſtance de ma pierre; un morceau de fer plus grand ſeroit ſoutenu à une plus grande diſtance à la préſence d'une pierre plus forte que la mienne, & plus groſſe pourvû qu'elle eût un plus grand tourbillon. Retirant ce fer BS de deſſus la pierre, ſon extrémité B ceſſe de ſoûtenir ces fers, & à peine ſoutiendroit quelques particules de limaille de fer. Cela fait voir que la matiére magnétique ſortant de la pierre, coule en abondance & rapidement dans ce fer, quand il eſt proche de la pier-

PLANCHE 10. *Fig.* 33.

PLANCHE 10. re d'aimant. Cette matiére comme un ruiſſeau retréci par le diamétre de la barre où elle entre, en paſſant d'abord par ce clou l'attache à l'extrémité de cette barre B S.

Fig. 33.

✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿✿

L'aiguille aimantée, n'eſt pas toûjours dans le plan du Meridien, ni parallele à l'horizon.

EXPE'RIENCE LXVIII.

PREPARATION.

PLANCHE 9. Ayant placé l'aiguille aimantée C D avec ſon pivot ſur la ligne méridienne A B, il faut remarquer ſi elle s'en éloigne, & ſi c'eſt vers C ou vers E.

Fig. 11.

PLANCHE 11. A B eſt une longue aiguille platte de fer ou d'acier, bien polie, en équilibre, ſoûtenuë à niveau par l'eſſieu E F ſur un pied, de même qu'un fleau de balance.

Fig. 8.

Effets.

PLANCHE 9. 1. Il y a des temps que l'aiguille C D n'éloigne point ſon extrémi-

Fig. 11.

té C de la méridienne ; pendant quelques années elle l'en éloigne vers l'Occident, d'autres années vers l'Orient. PLANCHE 9. Fig. 11.

Si on fait gliſſer d'un bout à l'autre de l'aiguille A B le pole Boréal d'un aimant, ou la tête de ſon armure, le bout que ce pole quittera le dernier, ſera plus péſant que l'autre, l'aiguille deviendra inclinée vers la terre, & il n'importe pas vers quel pole de la terre ce bout de l'aiguille ſoit tourné. PLANCHE 11. Fig. 8.

Si on fait gliſſer ce pole Boréal d'une maniére oppoſée, ce ſera l'autre bout de l'aiguille qui paroîtra plus péſant.

EXPLICATION.

La déclinaiſon de l'aimant ou d'une aiguille aimantée, eſt ſon écartement de la ligne méridienne qui paſſe par le lieu où on eſt. On obſerve que l'aiguille aimantée étant libre ſur ſon pivot, ne s'arrête quelquefois pas préciſément ſur la ligne méridienne ; mais que pendant quelques années, elle forme avec cette ligne un angle de 6, 7, ou 8, &c. degrés, plus ou moins vers l'Occident, ou vers l'Orient ; PLANCHE 9. Fig. 11.

PLANCHE 9. Fig. 11.

que pendant d'autres années elle ne décline aucunement. Il y en a qui attribuent ces changemens à des mines de fer ou d'aimant, qui peut-être se forment de nouveau, ou plus abondamment dans certaines parties de la terre, pendant qu'il s'en détruit en d'autres endroits, ce qui détourne le cours de la matiére magnétique qui coule d'un pole à l'autre de la terre & dont dépend la direction de l'aimant ou de l'aiguille aimantée.

PLANCHE 10. Fig. 30.

L'expérience paroît montrer que la matiére magnétique quitte sa route ordinaire pour passer par le fer, quand elle en rencontre, soit l'aiguille aimantée A B posée sur son pivot près l'aimant E F, & à peu près parallele à l'axe de cette pierre, ou en équilibre avec les deux poles E F. Alors si on approche le fer G d'un des poles de la pierre, par exemple F, cette aiguille changera de situation & se placera en C D. Il y a lieu de croire que ce changement vient de ce que l'équilibre cesse, & que la matiére magnétique ne passe plus en si grande abondance du pole B à F, ou de F à B, & qu'elle est détournée par le fer G où elle entre, pendant que d'autre matiére ma-

gnétique va de E en A & attire l'extrémité A en C. Cette expérience semble favoriser l'entrée de la matiére magnétique par les deux poles opposés. Quoiqu'il en soit, il est toûjours certain que l'aimant décline de la ligne méridienne différemment en différens tems dans le même lieu ; & que dans le même tems il décline différemment en différens lieux. PLANCHE 10. Fig. 30.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée A B est son écartement de la ligne horizontale, ou de niveau C D, étant soutenuë par un essieu E F. L'aiguille aimantée est parallele à l'horizon, quand elle est sous l'Equateur terrestre, & elle n'est inclinée à l'horizon qu'au deçà ou au delà de cet Equateur ; & plus on approche des poles de la terre, plus cette inclination est grande. C'est un effet de la matiére magnétique qui coule continuellement d'un pole à l'autre de la terre, & qui dirige les aiguilles aimantées suivant sa route qui est parallele à la surface de la terre sous l'Equateur, & qui entre vers la terre, en suivant la courbure de la route magnétique autour de la terre. Cette aiguille est ainsi dirigée par la matiére magnétique qui va s'insérer & ren- PLANCHE 11. Fig. 8.

PLANCHE 9. Fig. 12.

trer dans l'hémiſphére vers lequel cette aiguille eſt inclinée, par exemple, dans l'hémiſphére Boréal que nous habitons. Et plus nous approchons d'un pole, plus cette inclination eſt grande. Cela devient évident par la diſpoſition des petites aiguilles aimantée C D E, &c. placées au tour d'un aimant A B (petite terre) & qui ſe trouvent dans un ruiſſeau de matiére magnétique, qui coule d'un pole à l'autre.

Pour remédier à cette inclinaiſon, les Pilotes attachent une petite boule de cire à l'extrémité de l'aiguille aimantée qui ſe trouve la plus élevée, afin que par ſon poids elle conſerve l'aiguille à peu près dans la ſituation horizontale.

Fin du premier Volume.

TABLE
DES EXPE'RIENCES.

Principes de Méchaniques ſuivis de quelque Machine, p. 1. 2. 3. &c.

1. Expériences ſur le Mouvement, ſur les efforts & ſur l'équilibre des corps fluides.

1. *Direction de l'effort d'un corps mû en rond.* 3
2. *Situation des 4. Elémens imités.* 38
3. *Poids des liqueurs différentes égaux, leurs volumes inégaux.* 41
4. *Ce qu'un corps plongé dans un fluide perd de péſanteur, eſt donné à ce fluide.* 48
5. *Les fluides & les corps durs qui y flotent ſont en équilibre.* 52
6. *Les fluides chaſſés par un petit eſpa-*

ce & retenus dans un plus grand, dilatent fortement ce plus grand espace. 58

7. *Plus les parties de différentes liqueurs mêlées sont petites, plus il y a de frottement entr'elles* 64

---

2. Expériences sur la pésanteur de l'air.

8. *Colomne de vif-argent en équilibre avec le poids de l'air.* 70

9. *Les Barométres marquent les différentes pressions de l'air.* 79

10. *Les tempêtes venteuses rendent le poids de l'air inégal.* 100

11. *Pression de l'air sur notre corps, supputée & surprenante.* 108

12. *Effet évident du poids de l'air* 112

13. *Effets du poids de l'air par le sciphon.* 115

14. *Effets de différens fluides dans des tuyaux d'un grand & d'un petit diamétre.* 122

15. *Potée d'eau soutenuë sur une feuille de papier par le poids de l'air.* 127

16. *Pression d'air perpendiculaire & horizontale en équilibre entr'elles & avec l'eau.* 131

17. *Effet de la pression d'un air subtil dans*

dans les larmes de verre. 135
18. *Eau élevée par le poids de l'air.* 141
19. *Effet des corps à reſſort.* 162

---

3. Expériences ſur le reſſort de l'air.

20. *L'action du reſſort de l'air eſt augmentée par la chaleur & affoiblie par le froid.* 168
21. *La chaleur dilate les liqueurs, le froid les reſſerre.* 173
22. *Une liqueur chaude eſt plus légere que ſon pareil volume froid.* 176
23. *La chaleur dilate les corps durs, le froid les reſſerre.* 178
24. *Effet conſidérable du reſſort de l'air dilaté par la chaleur.* 182
25. *L'air eſt un corps à reſſort.* 185
26. *Effet conſidérable du reſſort de l'air comprimé.* 192

---

4. Expériences ſur le reſſort & ſur la péſanteur de l'air en même-temps.

27. *La chute des corps eſt plus prompte dans l'air ſubtil que dans l'air groſſier.* 196
28. *Les corps plongés dans les fluides,*

changeant de volumes changent de pé-ſanteurs rélatives. 199
29. *Le poids de l'air fait monter la ſéve dans les plantes.* 206
30. *Il y a beaucoup d'air dans nos corps ; effet de ſon reſſort, &c.* 209
31. *Air dilaté par le poids de l'eau.* 212
32. *Effet très-ſimple du reſſort & du poids de l'air.* 214
33. *Un air échauffé faiſant un grand effort pour ſe dilater, & coulant rapidement, emporte l'eau en vapeurs & ſemble marquer l'origine de certains vents.* 218
34. *Effets alternatifs du reſſort & de la péſanteur de l'air.* 223

---

5. Expériences par le moyen d'une machine pneumatique ; ſa deſcription. 226

35. *L'air comprime les corps de tous côtés.* 233
36. *Otez la réſiſtance de l'air intérieur, la préſſion de l'extérieur paroit.* 236
37. *Vaiſſeau, dont les parties réſiſtent inégalement, briſé par le poids de l'air.* 239
38. *Le vif-argent eſt ſoutenu dans le*

Barométres par le poids de l'air. 243
39. *Le poids de l'air peut être une cause de la dureté de certains corps,* 247
40. *Il y a beaucoup d'air dans les fruits.* 254
41. *Effet considérable de la dilatation d'un peu d'air déchargé du poids d'autre air.* 257
42. *Effet de la chute du poids de l'air.* 259
43. *La respiration est un effet du poids de l'air.* 261
44. *Il y a beaucoup d'air dans les liqueurs, dans les œufs, &c.* 265
45. *Si un corps plongé dans un fluide change de volume, il change aussi de pésanteur.* (1) 271
46. *L'air échauffé est plus léger, & son mouvement conserve ou augmente l'activité du feu.* 276
47. *Les corps pésent davantage dans l'air subtil que dans l'air grossier.* 286
48. *Les corps pésans & les corps légers tombent également vîte dans l'air subtil.* 289
49. *Le poids de l'air fait monter les fluides dans les seringues, les pompes aspirantes, &c.* 292

(1) L'expérience 28. le prouve aussi.

50. *Le principal effet de la poudre à canon vient du ressort de l'air.* 296
51. *Pression de l'air grossier pour élever l'eau dans l'air subtil.* 299

6. Expériences sur le bruit & sur le son.

52. *Le son est un ébranlement subit de l'air grossier.* 306
53 *L'ébranlement subit de l'air étant rassemblé & conduit en ligne droite, le bruit est sensible à une plus grande distance.* 309
54. *Si le mouvement des parties du corps sonnant n'est libre, le son cesse, ou est diminué.* 319

7. Expériences sur la direction de l'Aimant.

55. *Aimant venant de la miniere. Preuve qu'il y a une matiére en mouvement autour des pierres d'aimant.* 328
56. *Une matiére semblable à celle qui circule dedans & autour des pierres d'aimant, coule continuellement autour de la terre & d'un pole à l'autre.* 336
57. *Déterminer les poles de l'aimant & ceux des aiguilles aimantées.* 340

8. Expériences sur l'Aimant pour l'approche ou la fuite.

58. *Maniére de connoître les poles de l'aimant. Les poles de même nom se fuyent, ceux de différent nom s'approchent & s'attachent l'un à l'autre; un aimant & du fer s'approchent & s'attachent aussi l'un à l'autre.* 344
59. *Concours de la matiére magnétique pour augmenter la force de l'aimant.* 353
60. *Les bouts d'un long fer perpendiculaire à l'horison, deviennent différens poles autant de fois que le bout qui est en bas est mis en haut.* 360
61. *Vrai-semblance d'un seul pole d'entrée & d'un seul pole de sortie dans les aimans.* 364
62. *Pareils mouvemens qu'à un aimant paroissent au même instant dans de petits fers voisins, quoiqu'il y ait un autre corps entr'eux.* 367
63. *Effets différens de la matiére magnétique. Fer tenu en équilibre entre les poles de l'aimant.* 370
64. *L'eau paroît en repos pendant que la matiére magnétique passe au travers*

pour mouvoir le fer. 377
65. *Le mouvement de la matiére magnétique ne paroît point interrompu par la rapidité de la flamme, ni par d'autres mouvemens fort prompts.* 379

---

9. Expériences sur l'aimant pour la communication.

66. *L'acier trempé peut avoir pareilles propriétés que l'aimant, &c.* 383
67. *L'aimant communique plus de force au fer qu'il n'en a en pareille quantité de surface.* 391
68. *L'aiguille aimantée n'eſt pas toujours dans le plan du méridien, ni parallele à l'horizon.* 394

Fin de la Table des Expériences.

Figure 1.

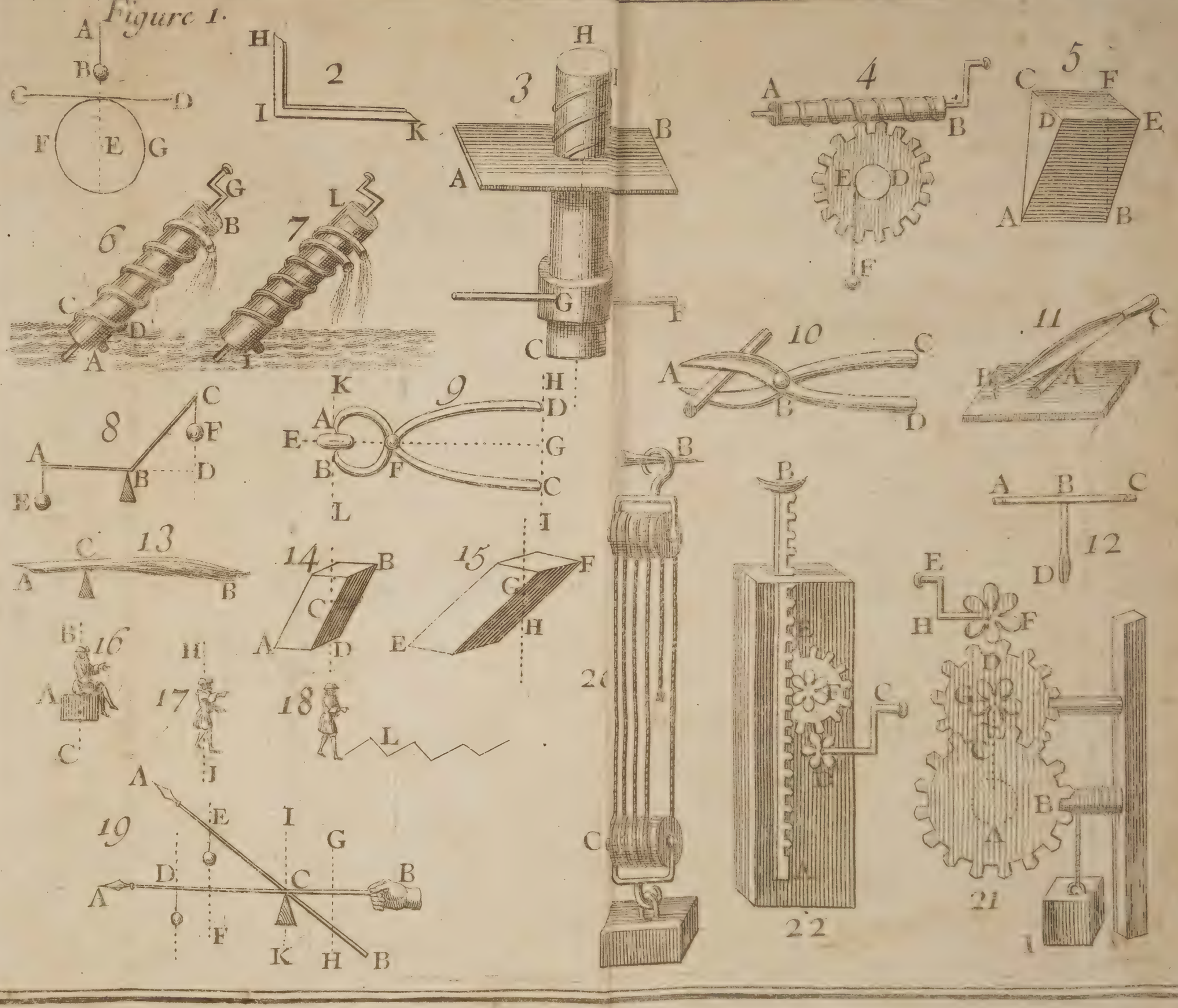
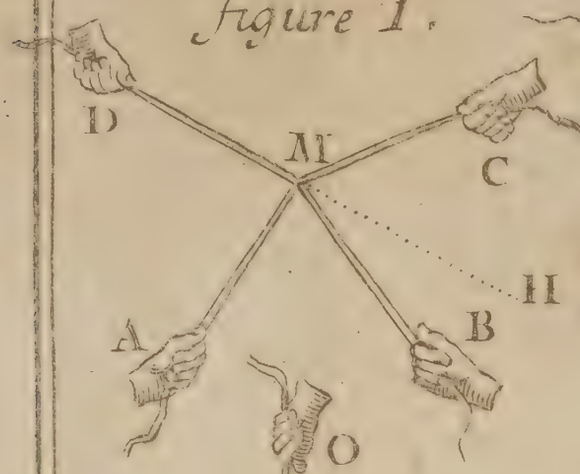
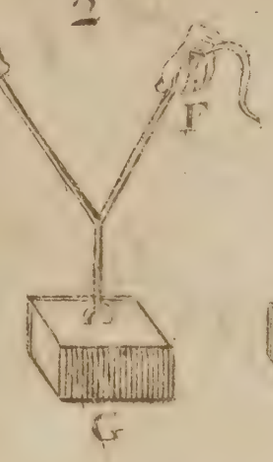


figure 1.

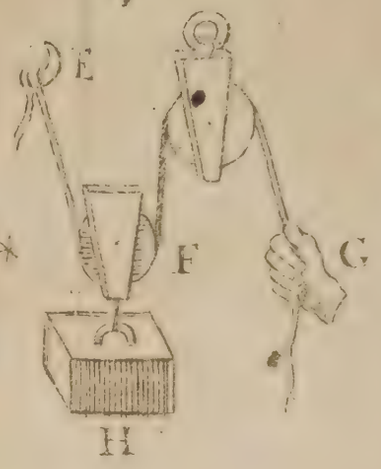


2

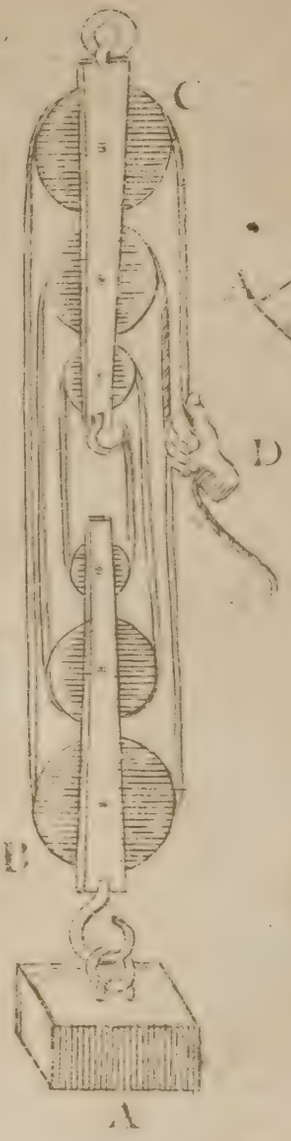


3

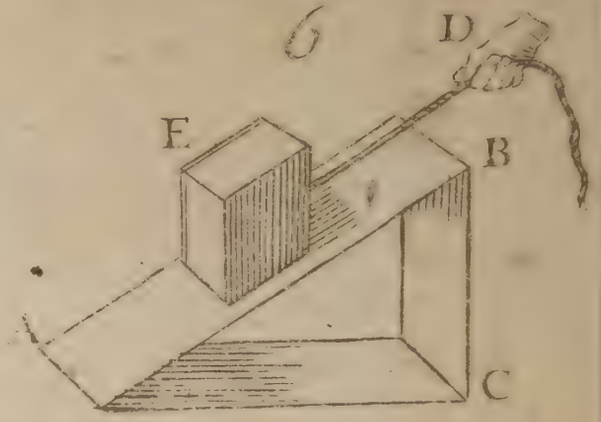
4



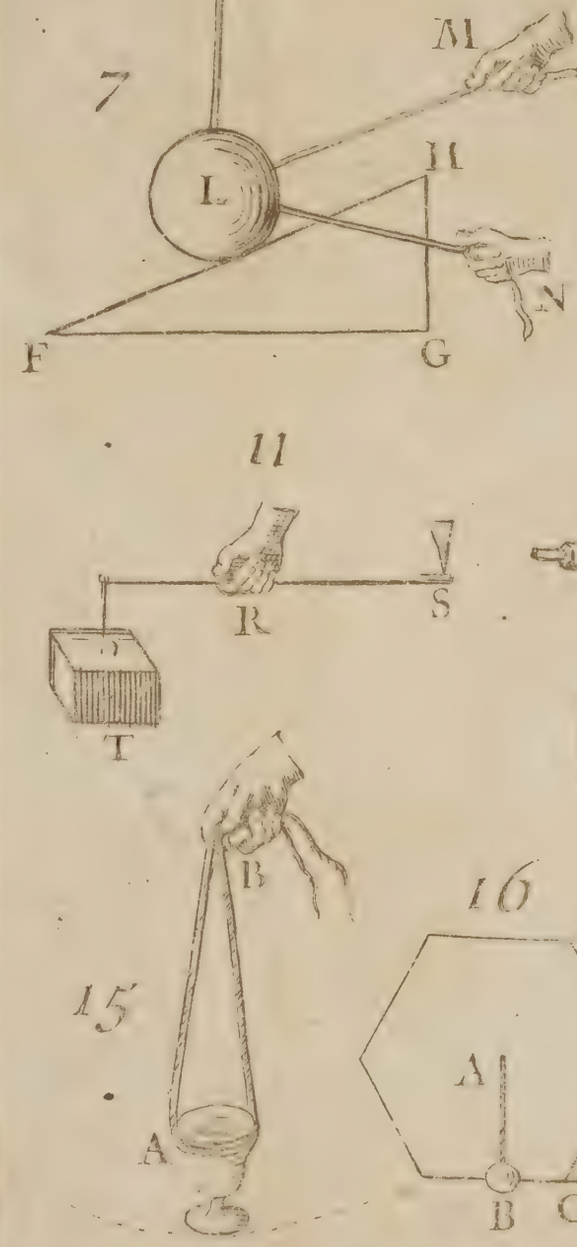
5



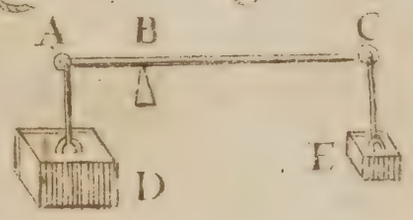
6



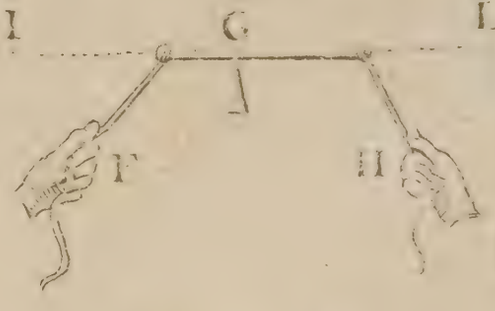
7



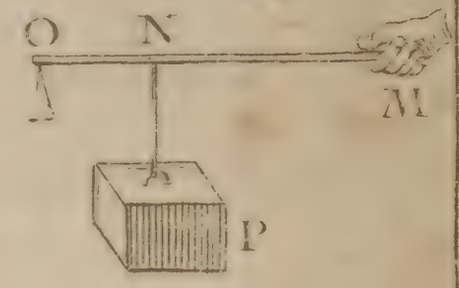
8



9

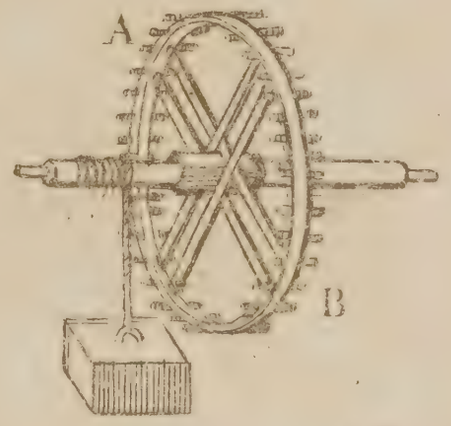


10

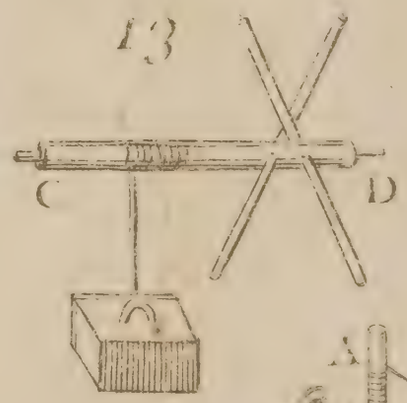


11

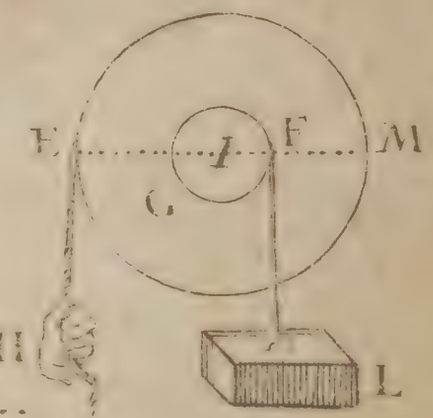
12



13

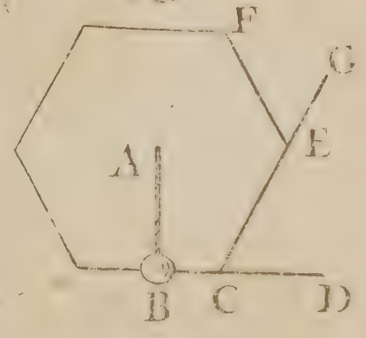


14

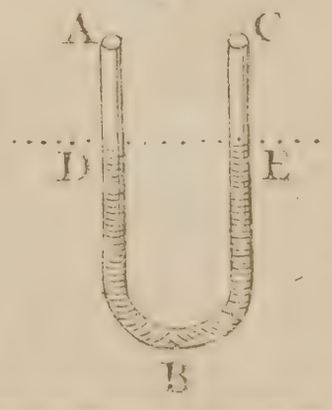


15

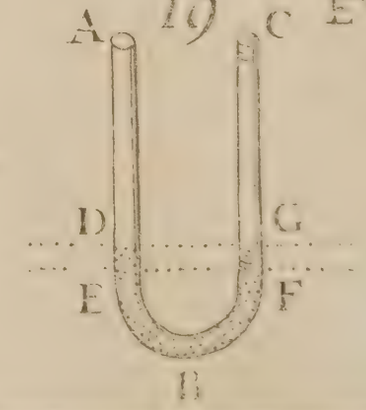
16



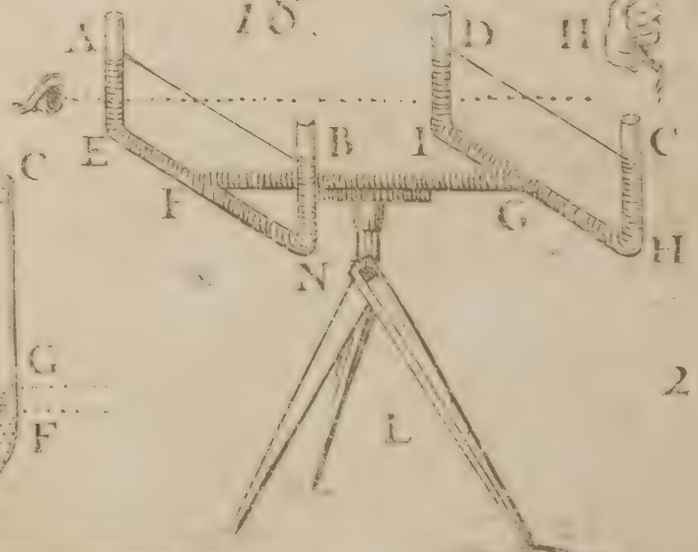
17



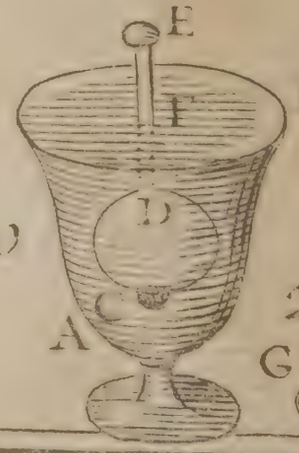
19



18

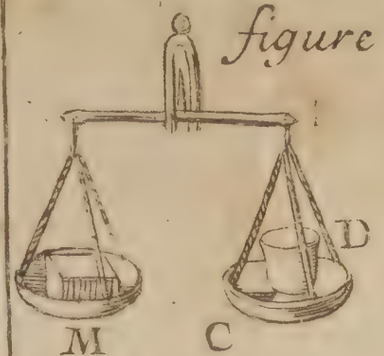


20

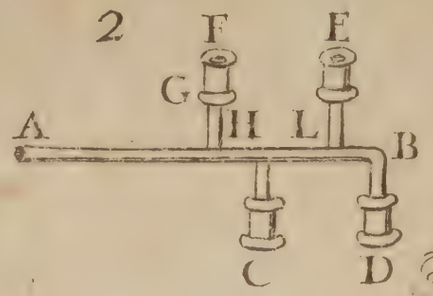


21

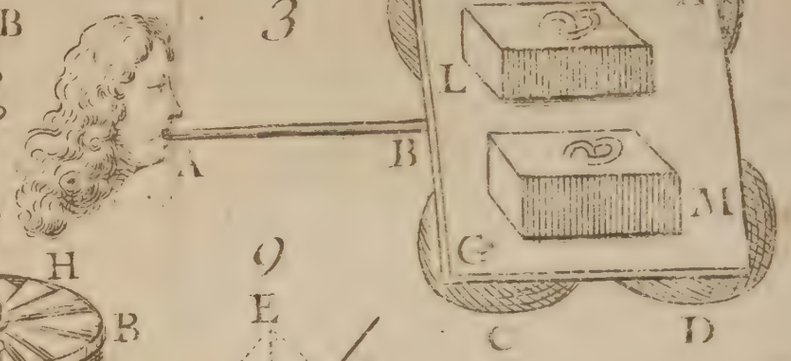
figure 1.



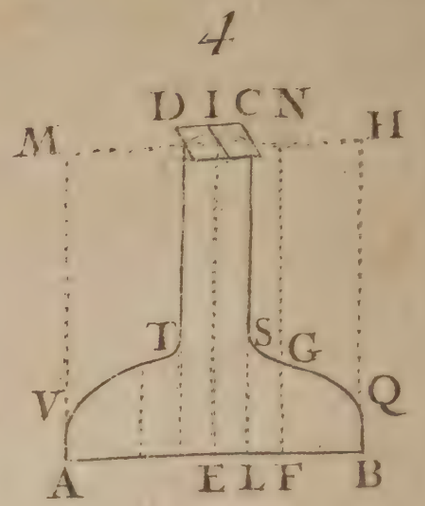
2



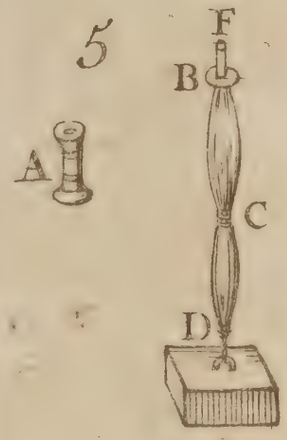
3



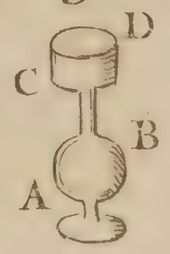
4



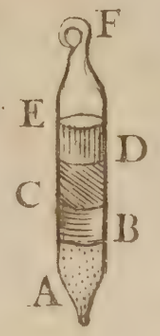
5



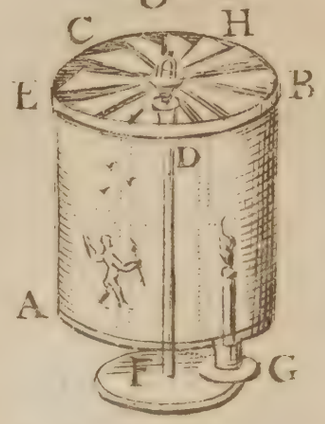
6



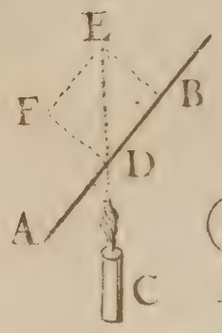
7



8



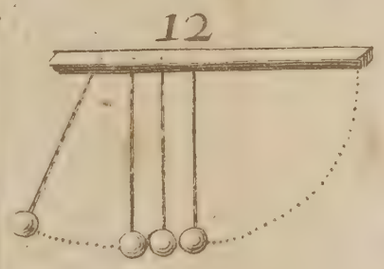
9



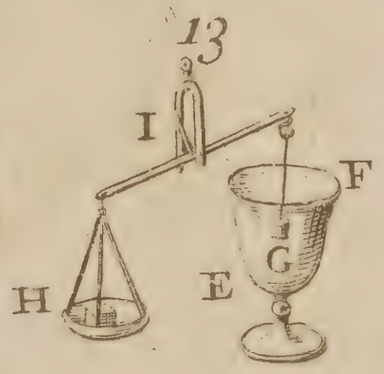
10

11

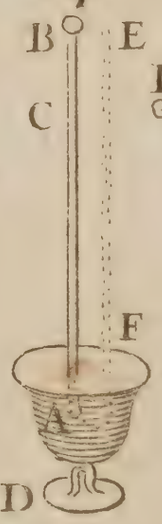
12



13

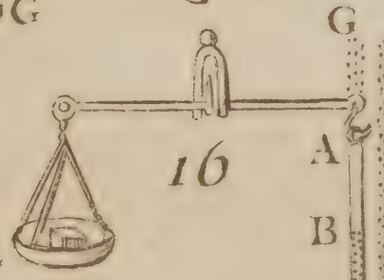


14



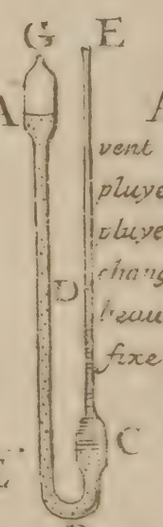
15

16



17

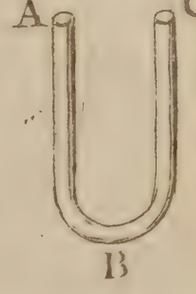
18



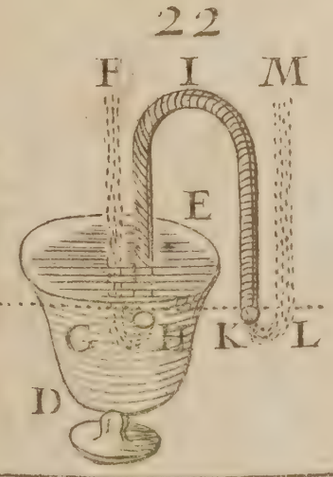
19

20

21

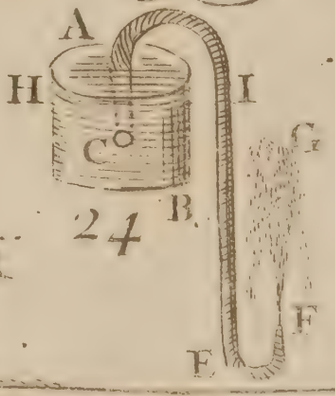


22

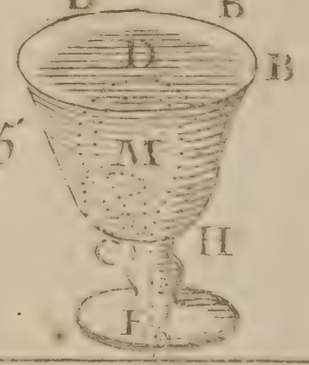


23

24

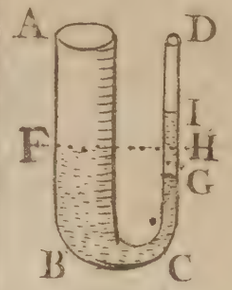


25



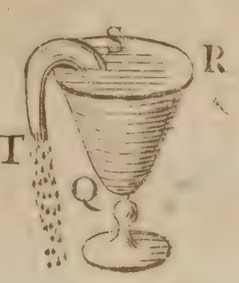
26

figure 1.



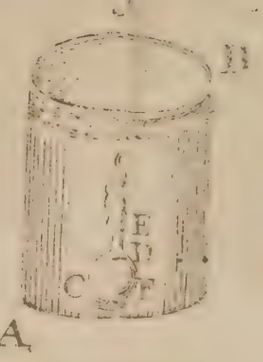
2

3



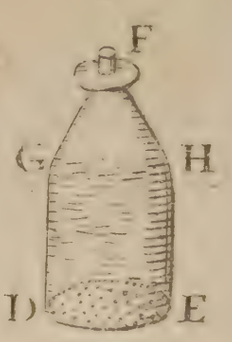
4

5



6

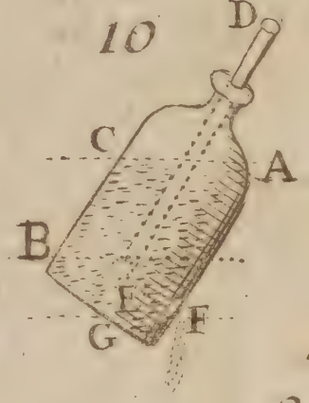
7



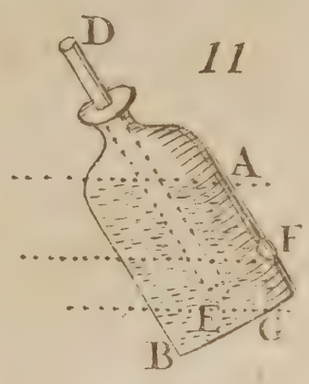
8

9

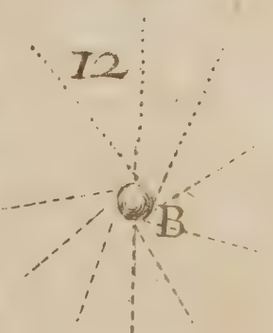
10



11



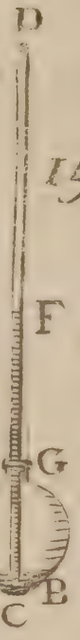
12



13

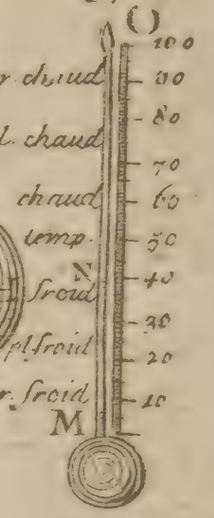
14

15



16

17

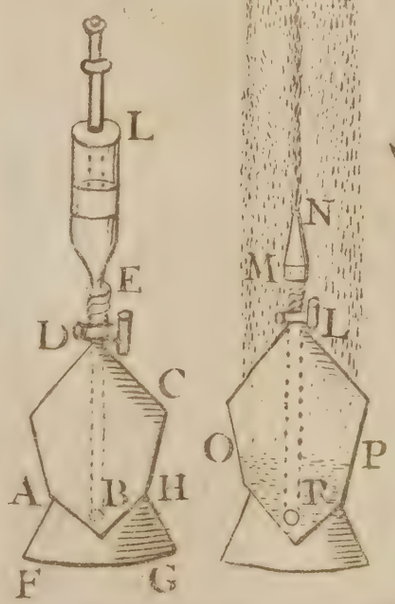


19

20

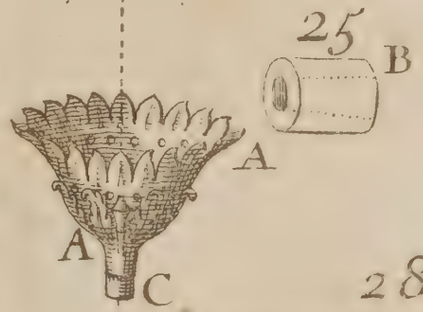
21

23



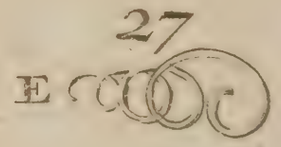
24

25

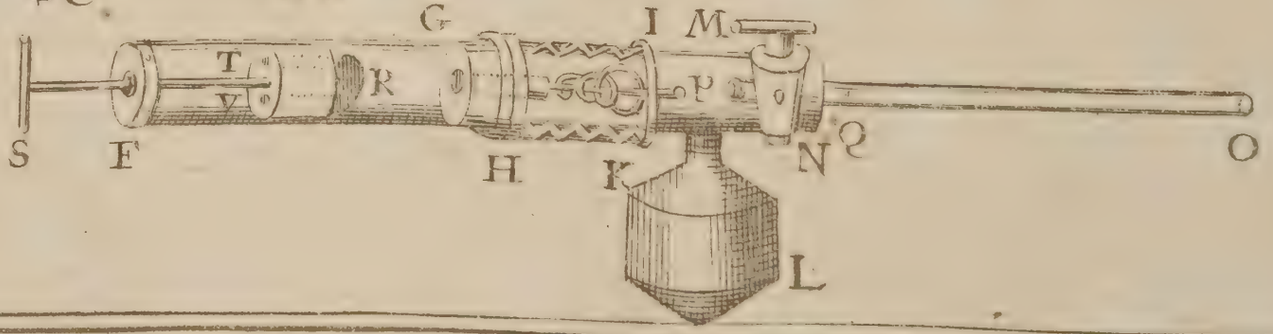


26

27



28



29

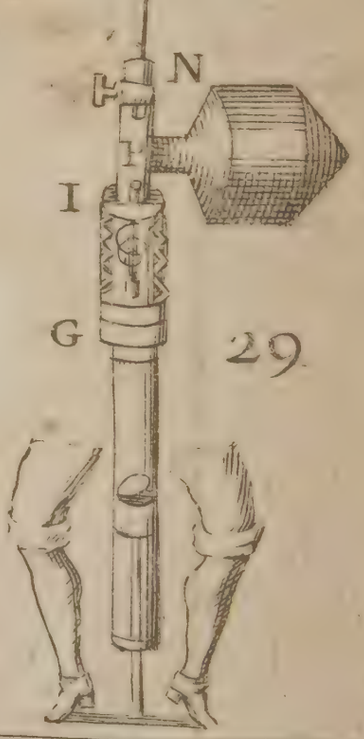


figure 1.

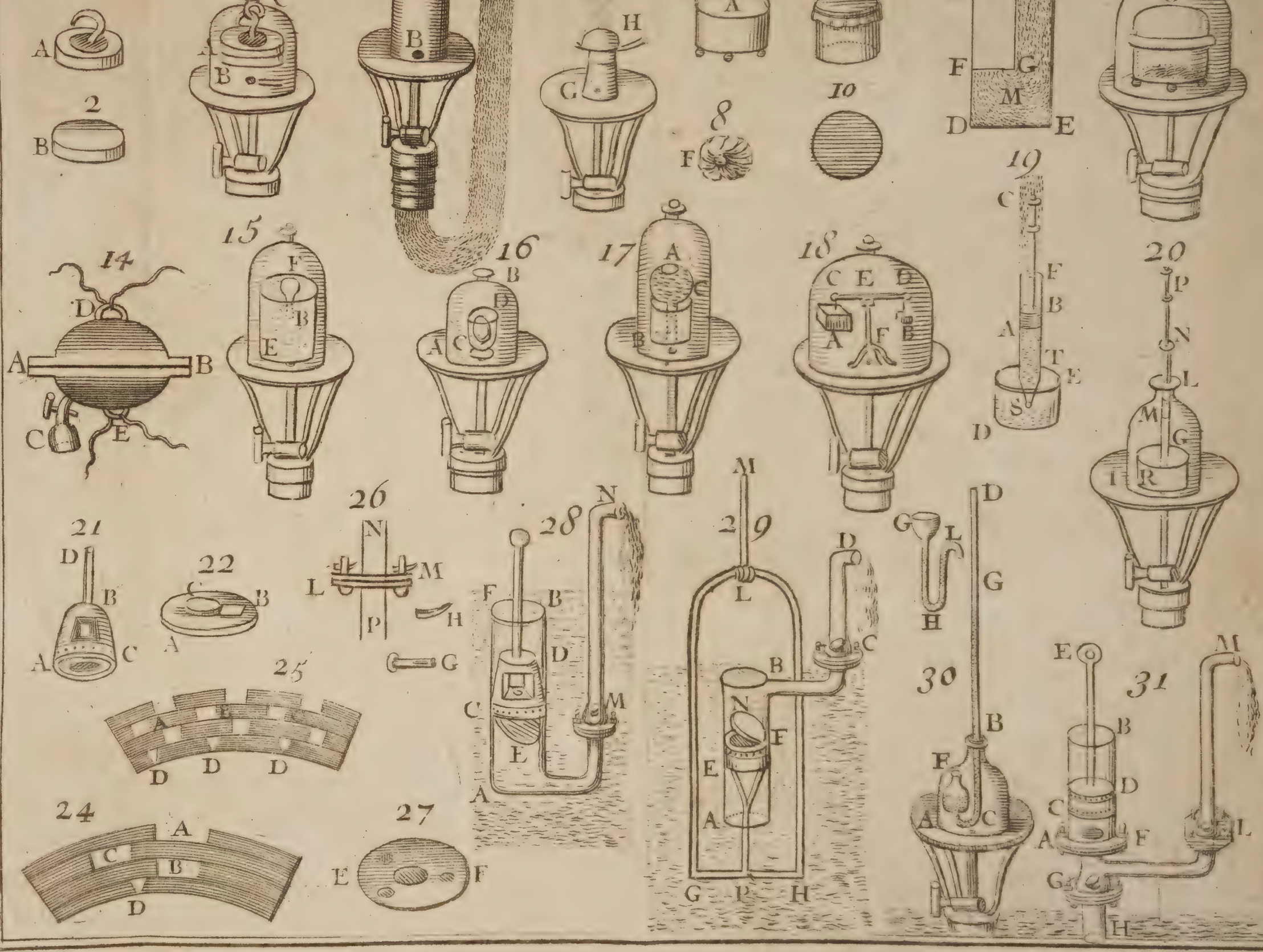
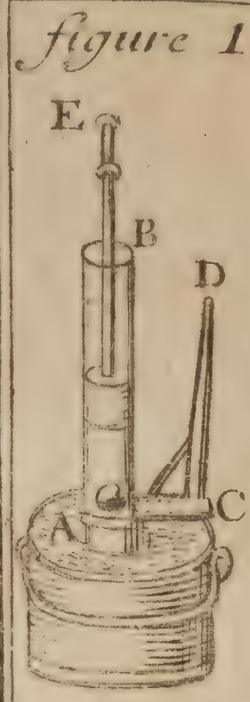
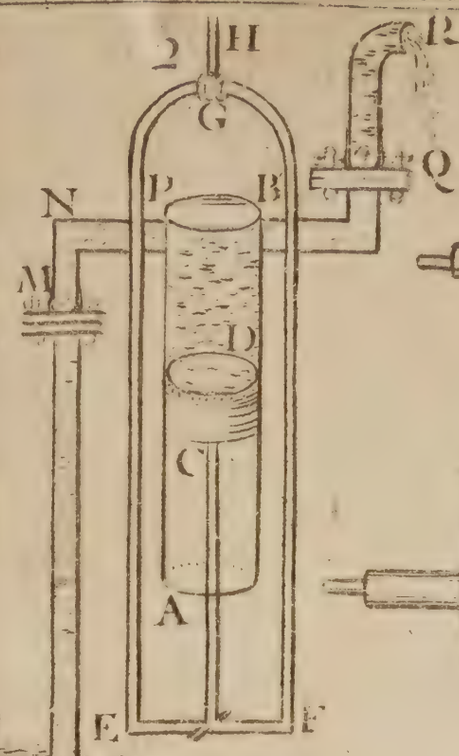
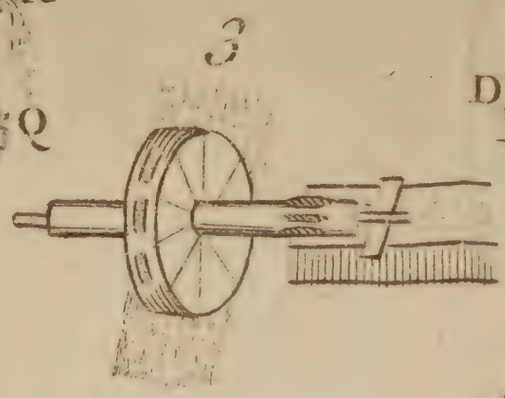
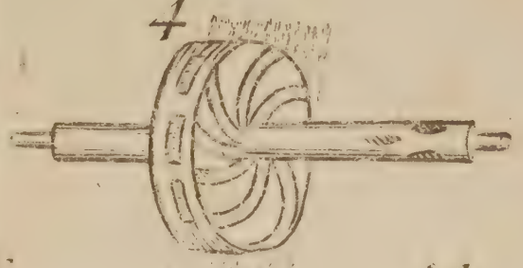

A
2
B
3
C
A
B
4
A
B
7
F
H
G
9
A
8
F
11
10
13
B
H
I
F
G
M
D
E
12
G
14
D
A
B
C
E
15
F
B
E
16
B
A
C
17
A
B
C
18
C
E
D
A
F
B
19
C
F
B
A
T
E
S
D
20
P
N
L
M
G
I
R
21
D
B
A
C
22
C
B
A
25
A
E
D
D
D
24
A
C
B
D
26
N
L
M
P
H
G
27
E
F
28
N
F
B
D
C
E
M
A
29
M
N
L
D
B
C
F
E
A
G
P
H
30
D
G
L
H
B
F
A
C
31
E
M
B
D
C
A
F
L
G
H

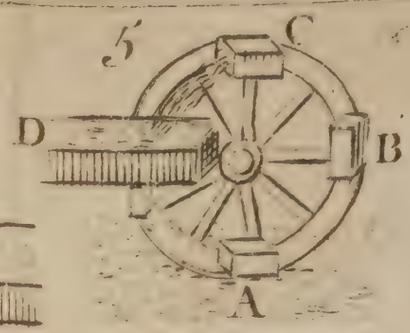
figure 1.

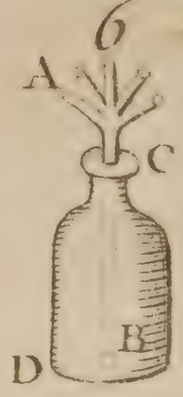

E
B
D
A
C

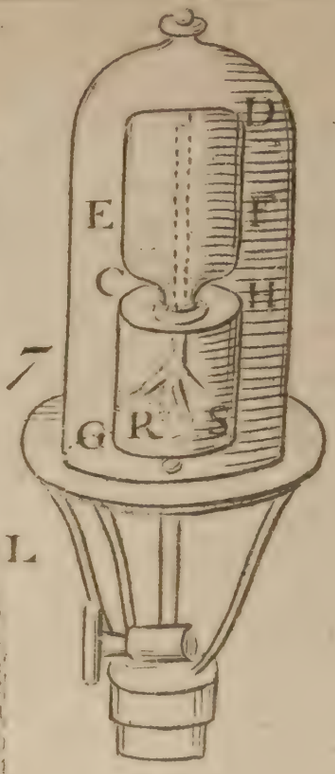

2
H
G
R
Q
N
P
B
M
D
C
A
E
F

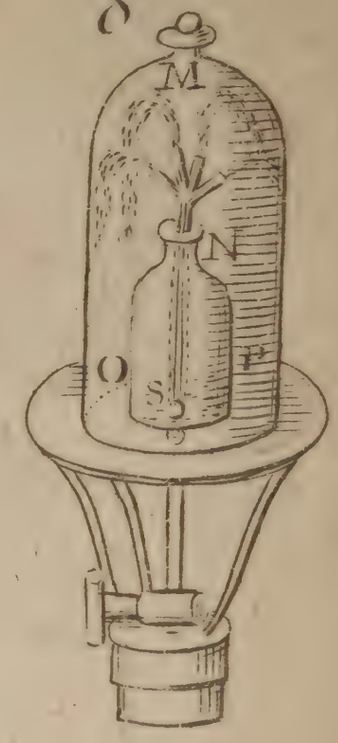

3


4


5
C
D
B
A


6
A
C
D
B


7
D
E
F
C
H
G
R
S
L


8
M
N
O
P
S

9
A
M

10
B
N

11

12
A
F
G

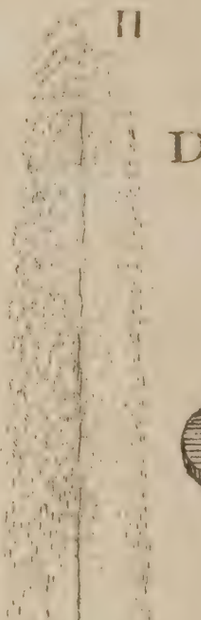
13
G
F

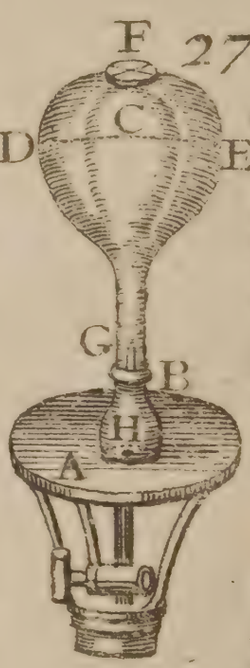
14
C
E
D
B

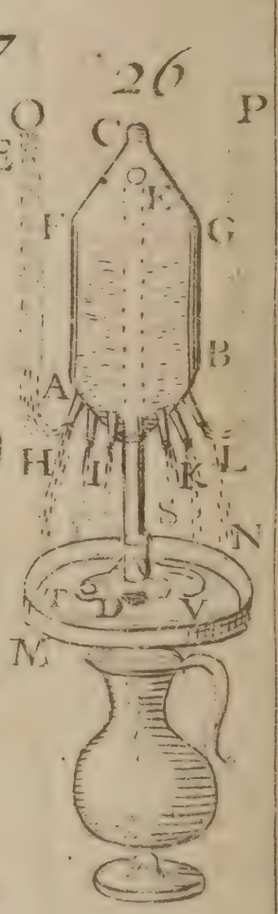
15
C
B
A

16
D
E

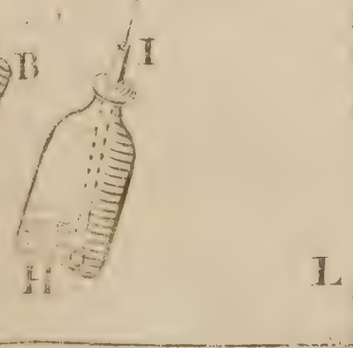
17
B
D
E
A
N
H
G
F

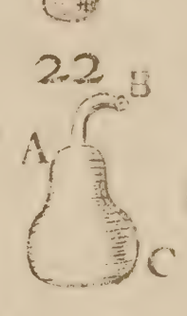

18
H
F
D
C
E
G
B
A


27
F
D
C
O
E
G
B
H
A


26
P
C
O
E
F
G
B
A
H
I
K
L
S
N
M

19
D
B
A
G
C
F


21
K
I
H
L


22
B
A
C

23
D

24
H
F
E
G

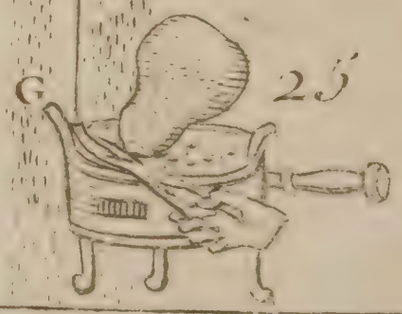
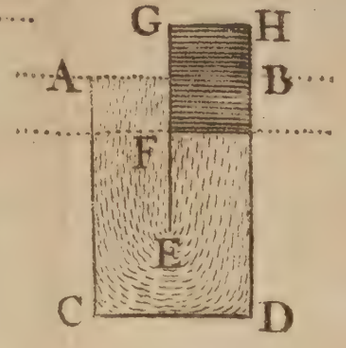
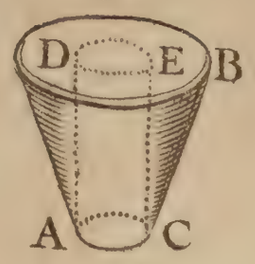

25
G

Figure I.

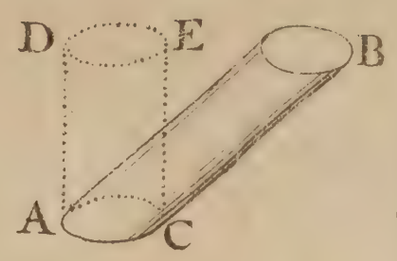
2



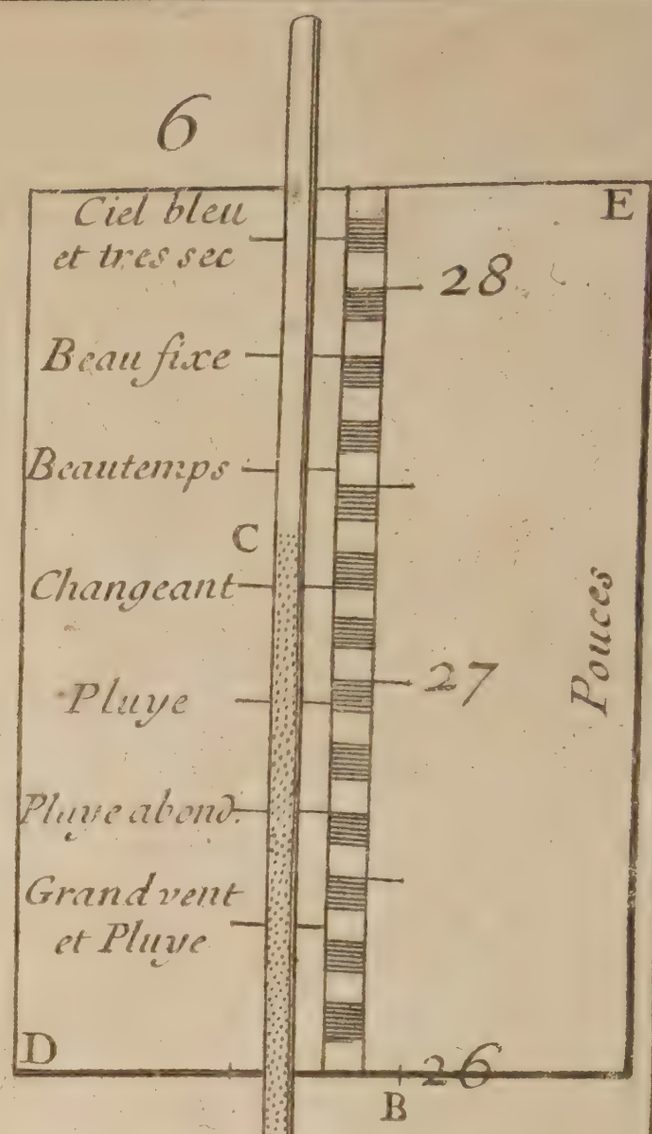
3



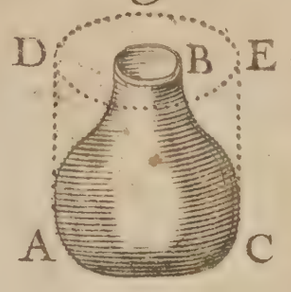
4



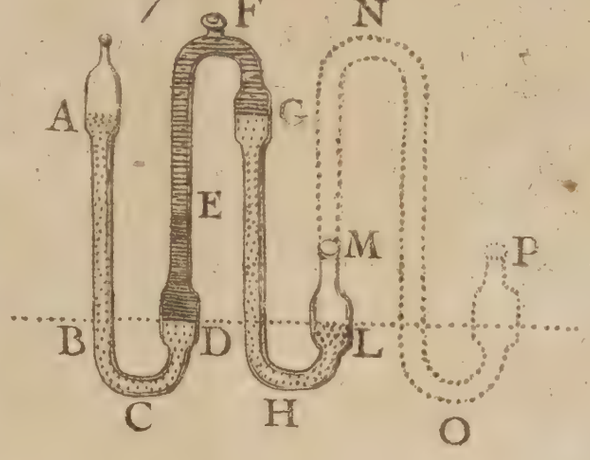
6



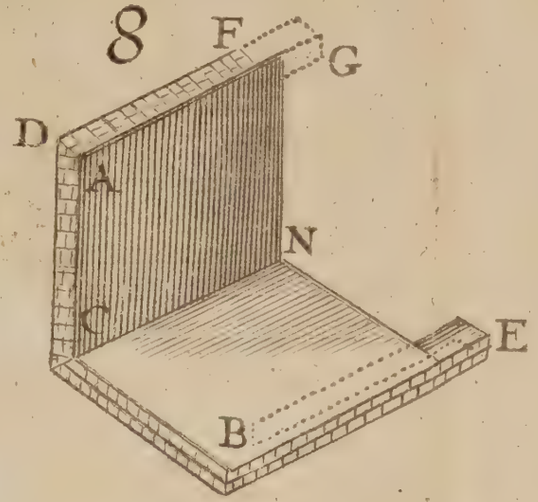
5

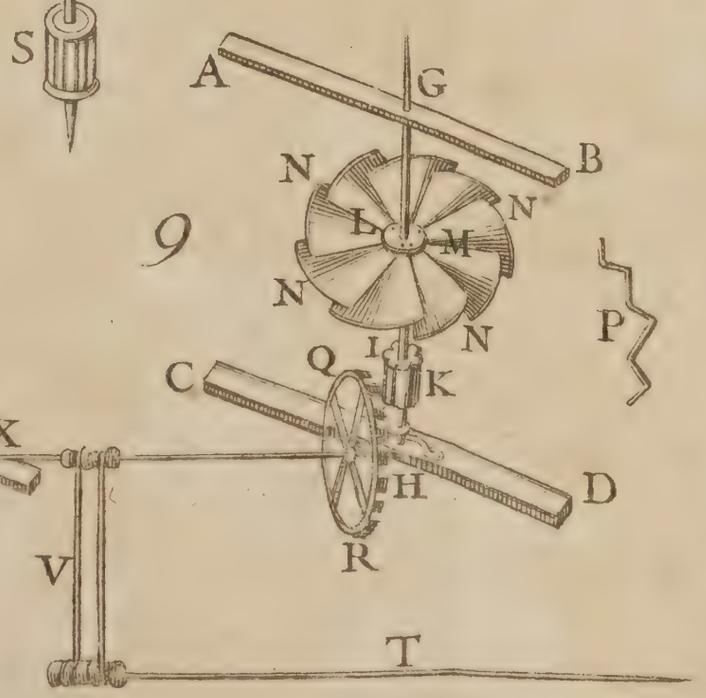


7

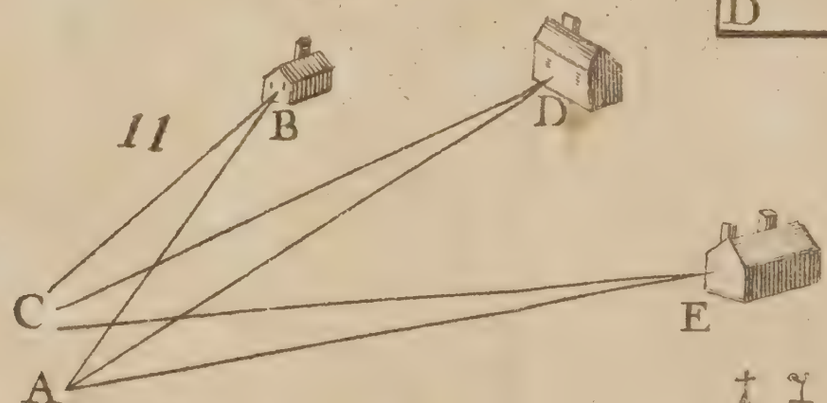


8





11



10

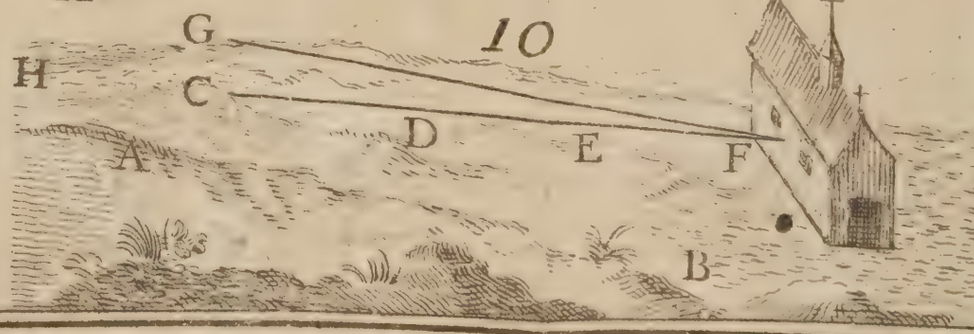
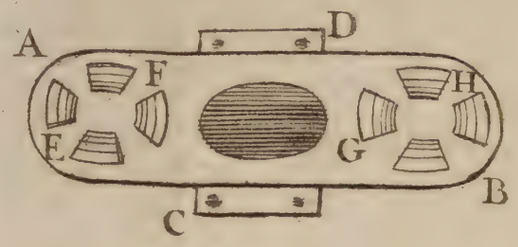
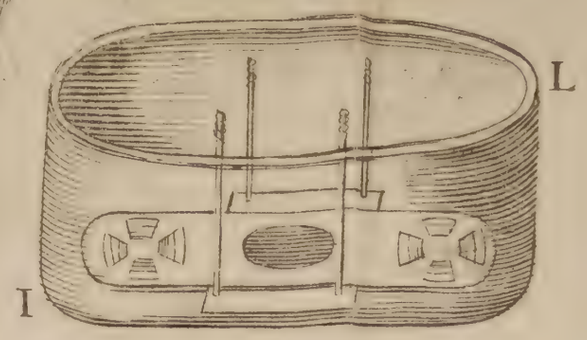


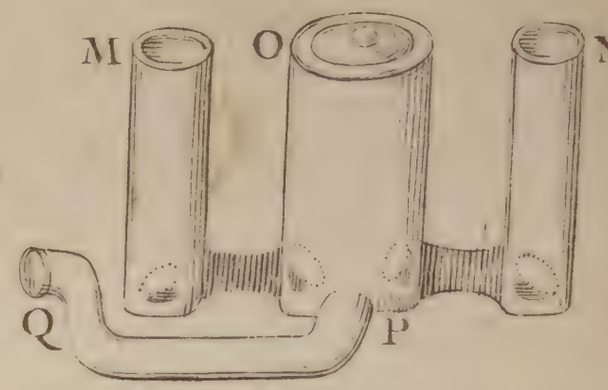
Figure 1.



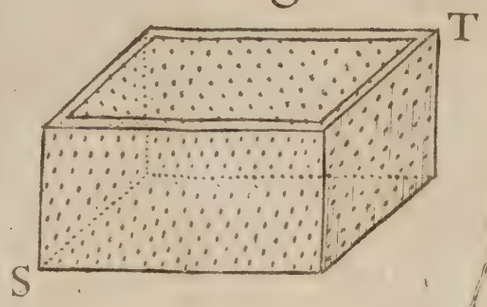
2

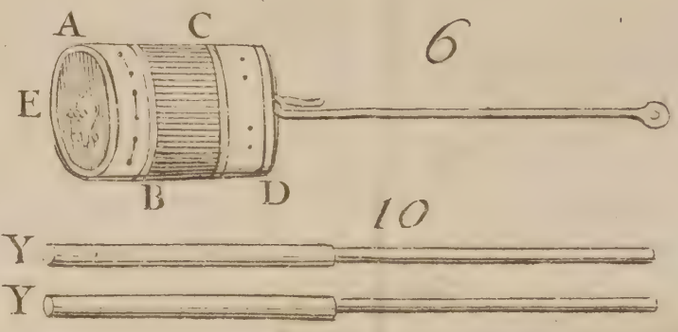


3

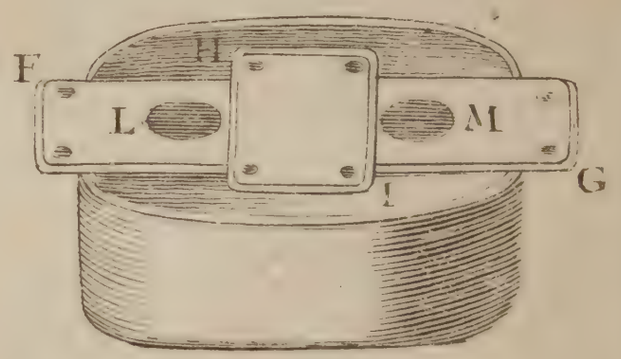


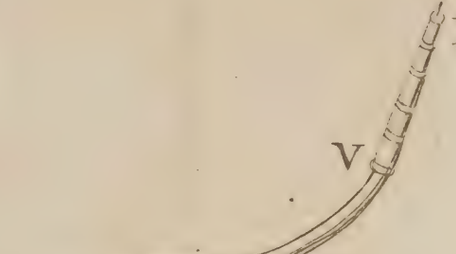
5



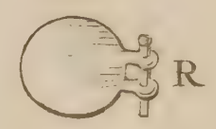


7

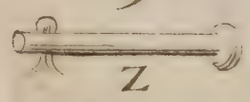




4



9



8

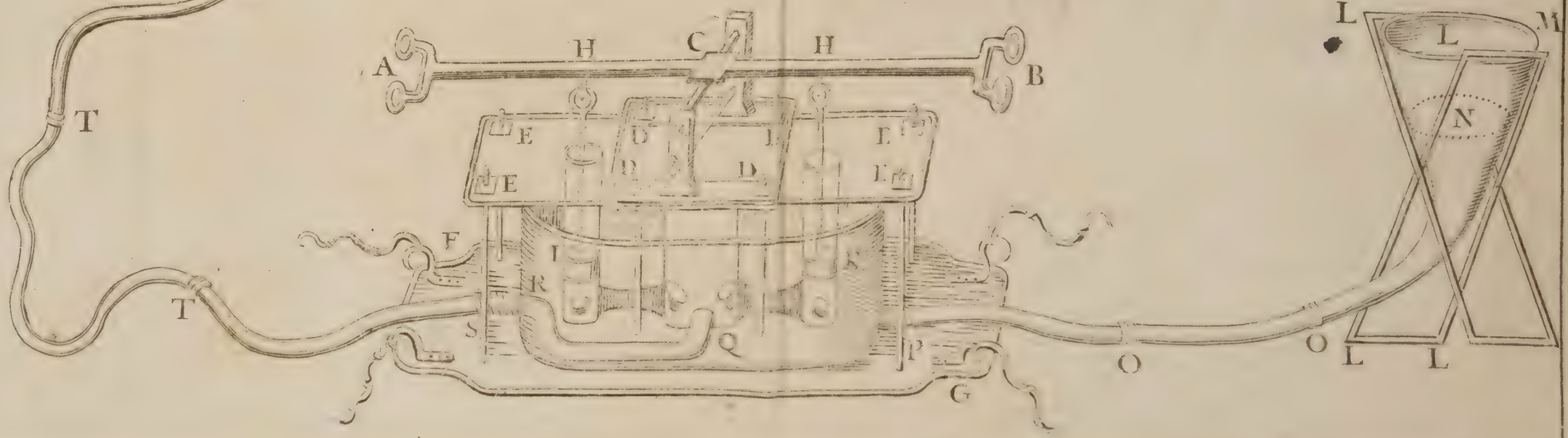
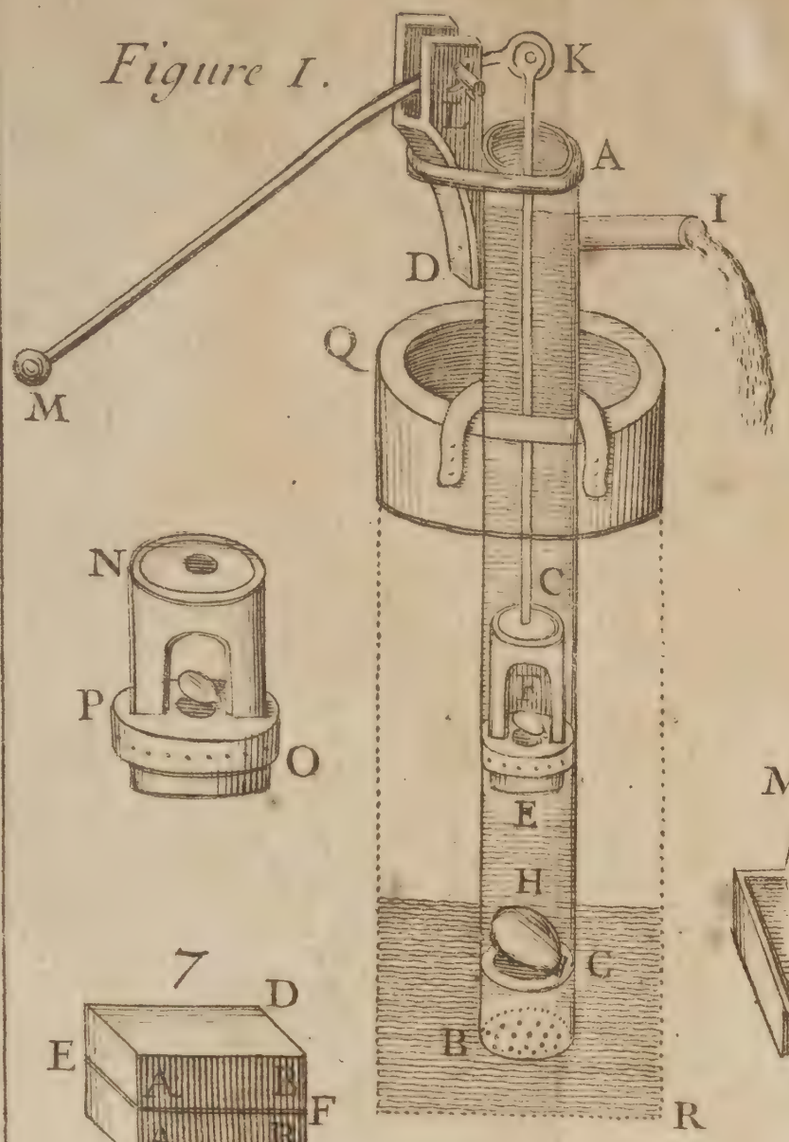
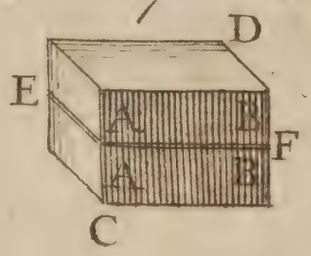
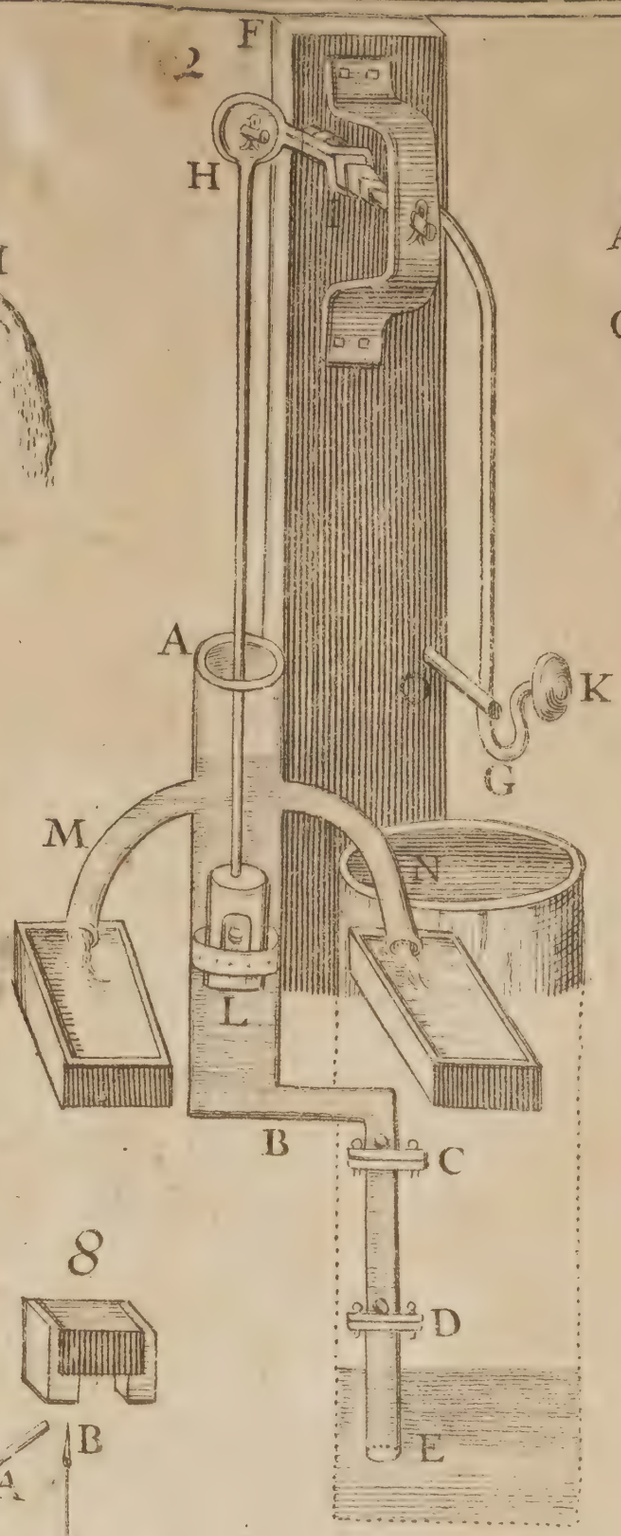


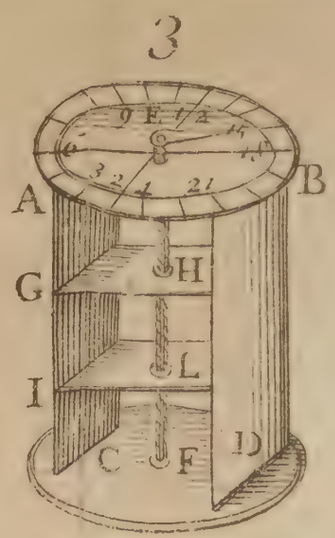
Figure 1.

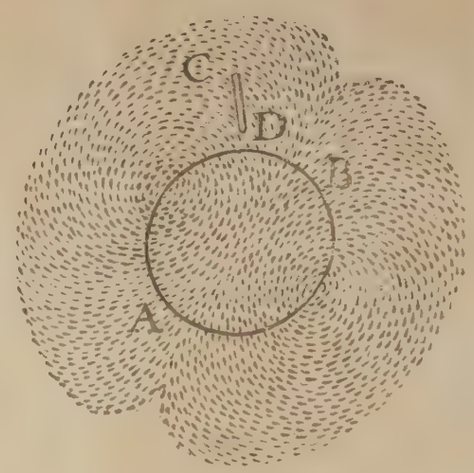

K
A
I
D
Q
M
C
E
H
C
B
R

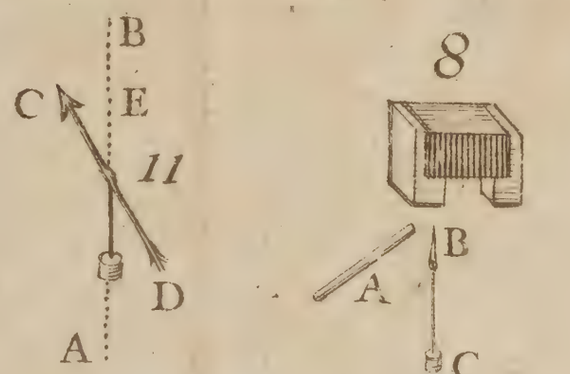
N
P
O


7
D
E
A
B
F
A
B
C


2
F
H
A
K
G
M
N
L
B
C
D
E


3
A
B
G
H
I
L
C
F
D


4
C
D
B
A

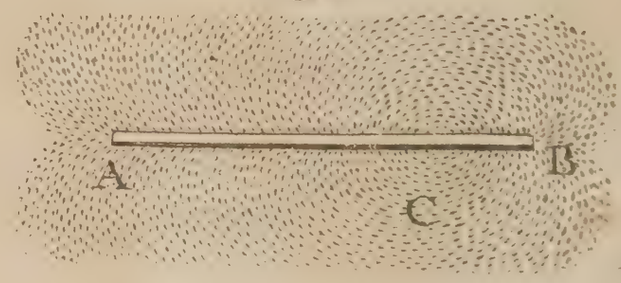

B
C
E
11
D
A

8
B
A
C

A
10
B
M
S

5
C
A
B

6
C
B
A
D


9
A
B
C

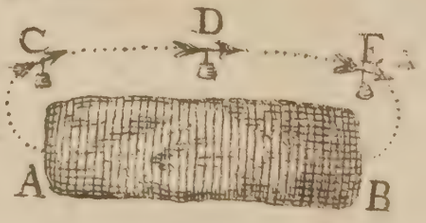
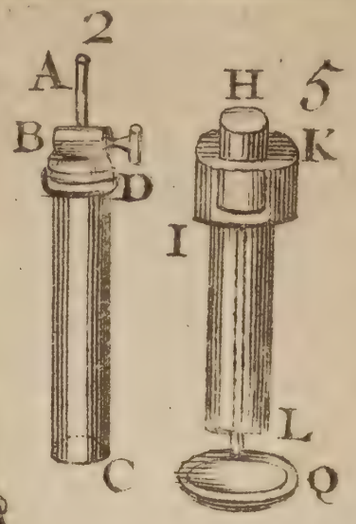
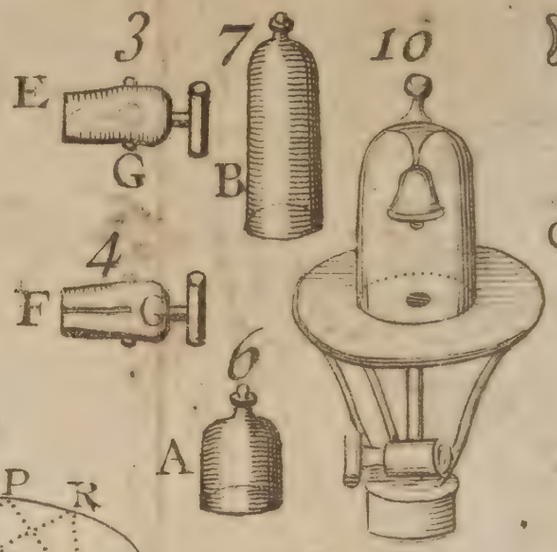
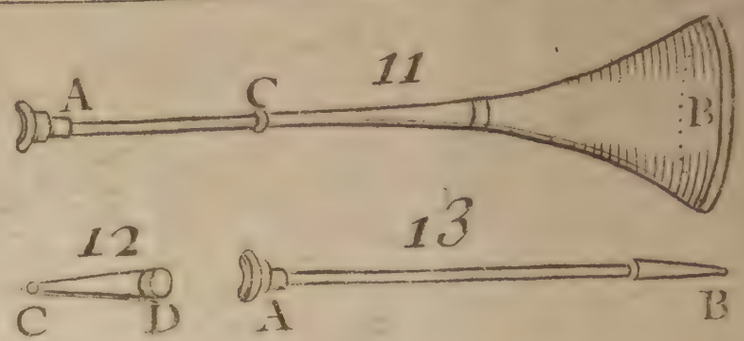

C
D
E
12
A
B

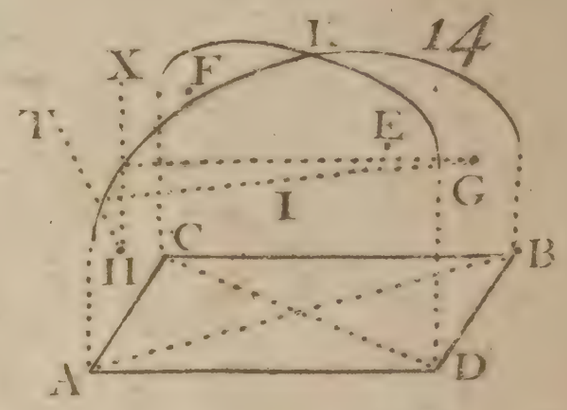
Figure 1.

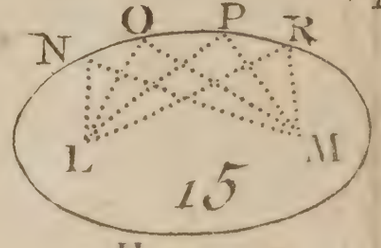
T
V
X
Z
S
9
B
C
A
8
C


2
A
B
D
C
5
H
K
I
L
Q


3
E
G
7
B
10
4
F
6
A

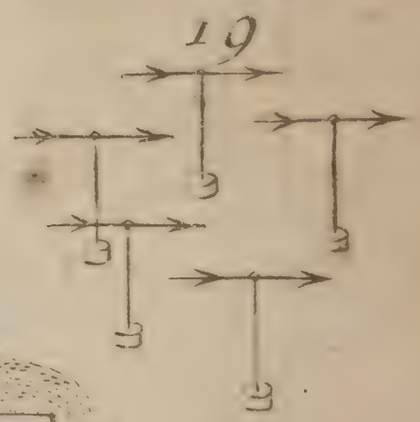

11
A
C
B
12
C
D
13
A
B

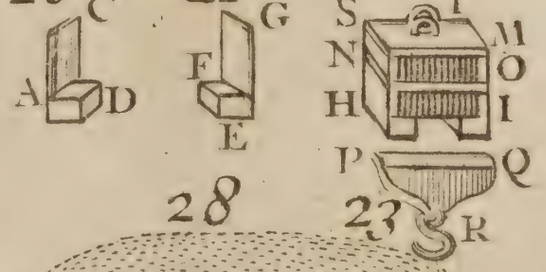

14
X
F
I
T
E
G
I
C
H
B
A
D

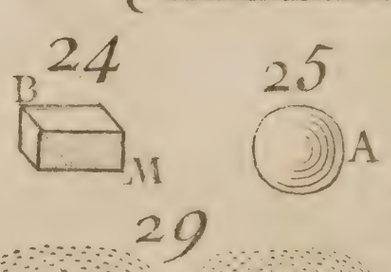

N
O
P
R
L
M
15
16
H
G
F
I
D
N
M
B
A
C

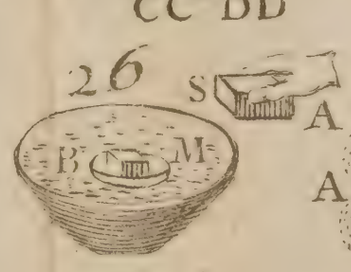
17
FF E E
B
M
G
CC DD

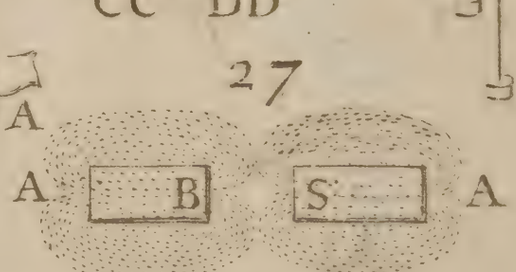
18
F E E E
B
G
M
CC DD

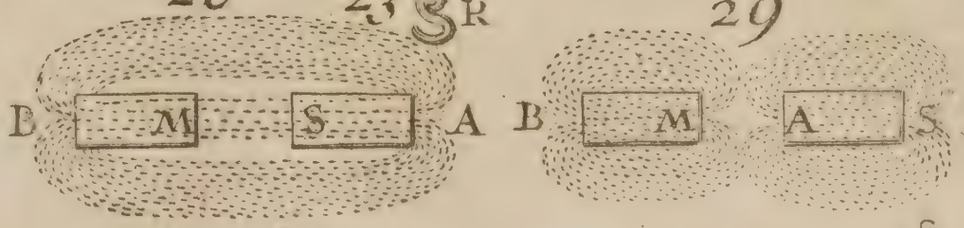

19


20
C
A
D
21
G
F
E
22
S
T
N
H
M
O
I
P
Q
23
R

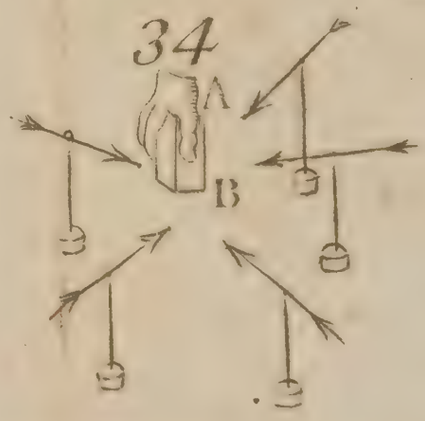

24
B
M
25
A


26
S
A
B
M

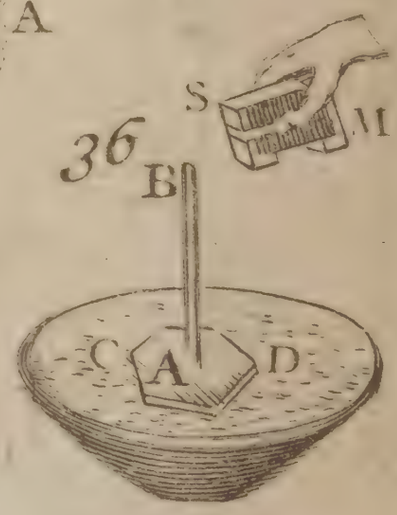

27
A
B
S
A

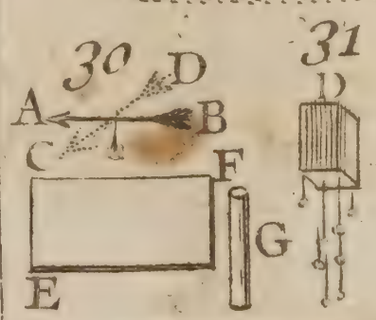

28
B
M
S
A

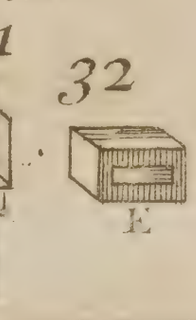
29
B
M
A
S


34
A
B

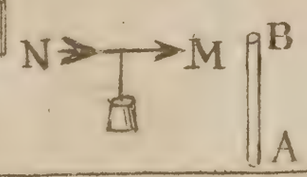
35
C
D
E


36
B
S
H
C
A
D


30
D
A
B
C
F
G
E


31
D

32
E


33
N
M
B
A

S
B

figure 1.

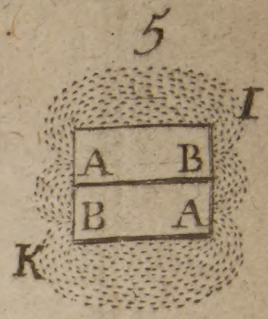
A
B

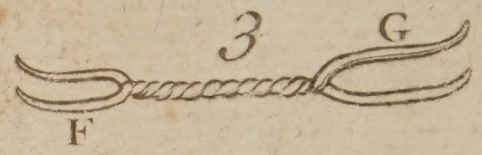
2
A
E
B
C
D

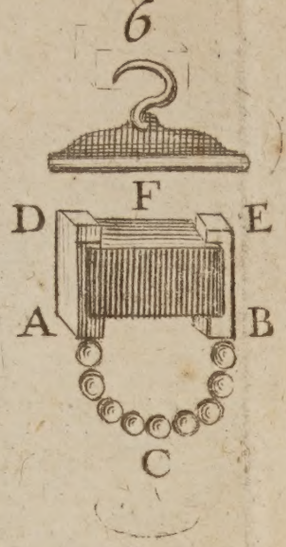
4
M
S
E
S
M
D

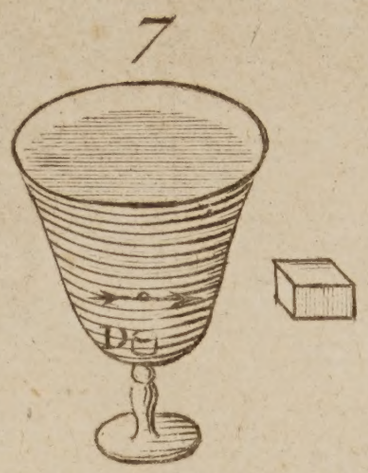
A
B

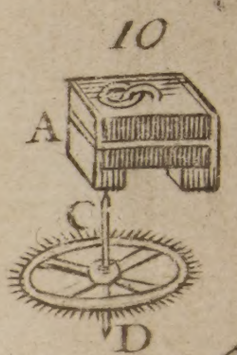
5
L
B A
B A
H

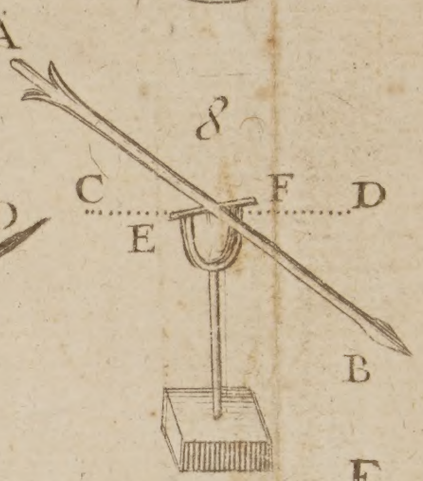

5
I
A B
B A
K


3
G
F

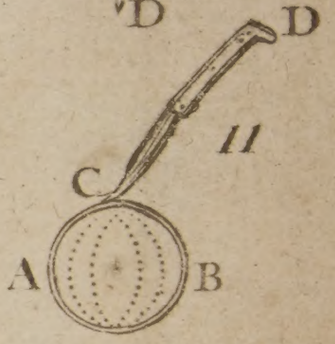

6
F
D
E
A
B
C

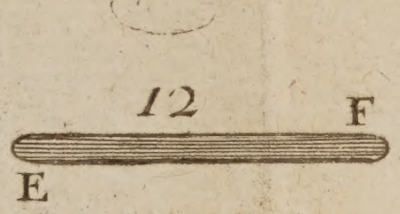

7
D

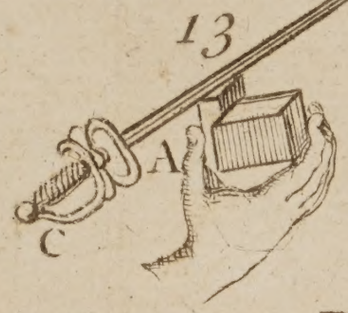

10
A
C
D

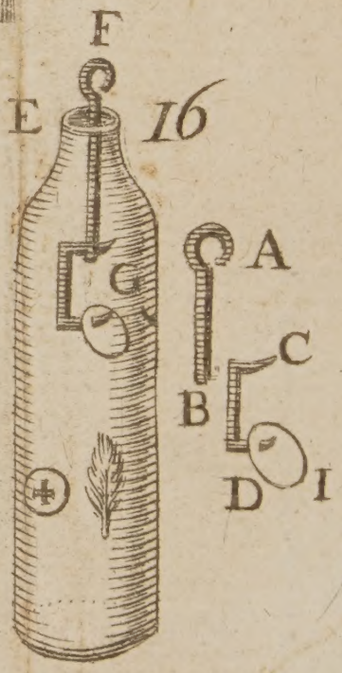

A
8
C
F
D
E
B

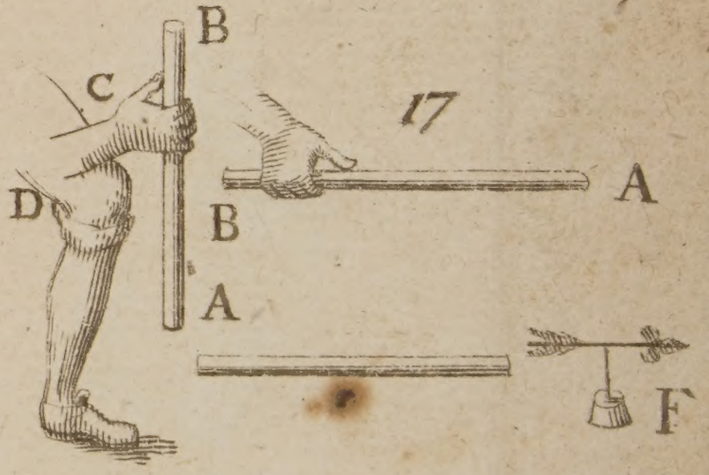
C
9
M
S
A
B
E
D

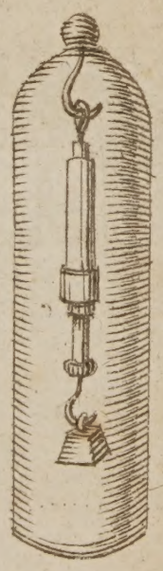

D
11
C
A
B

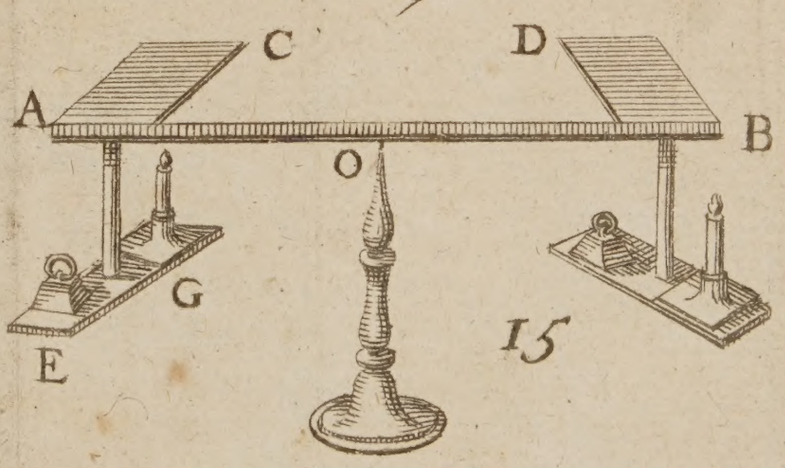

12
F
E


13
A
C


F
E
16
G
A
C
B
D
I


B
C
17
A
D
B
A
F


14


C
D
A
B
O
G
E
15